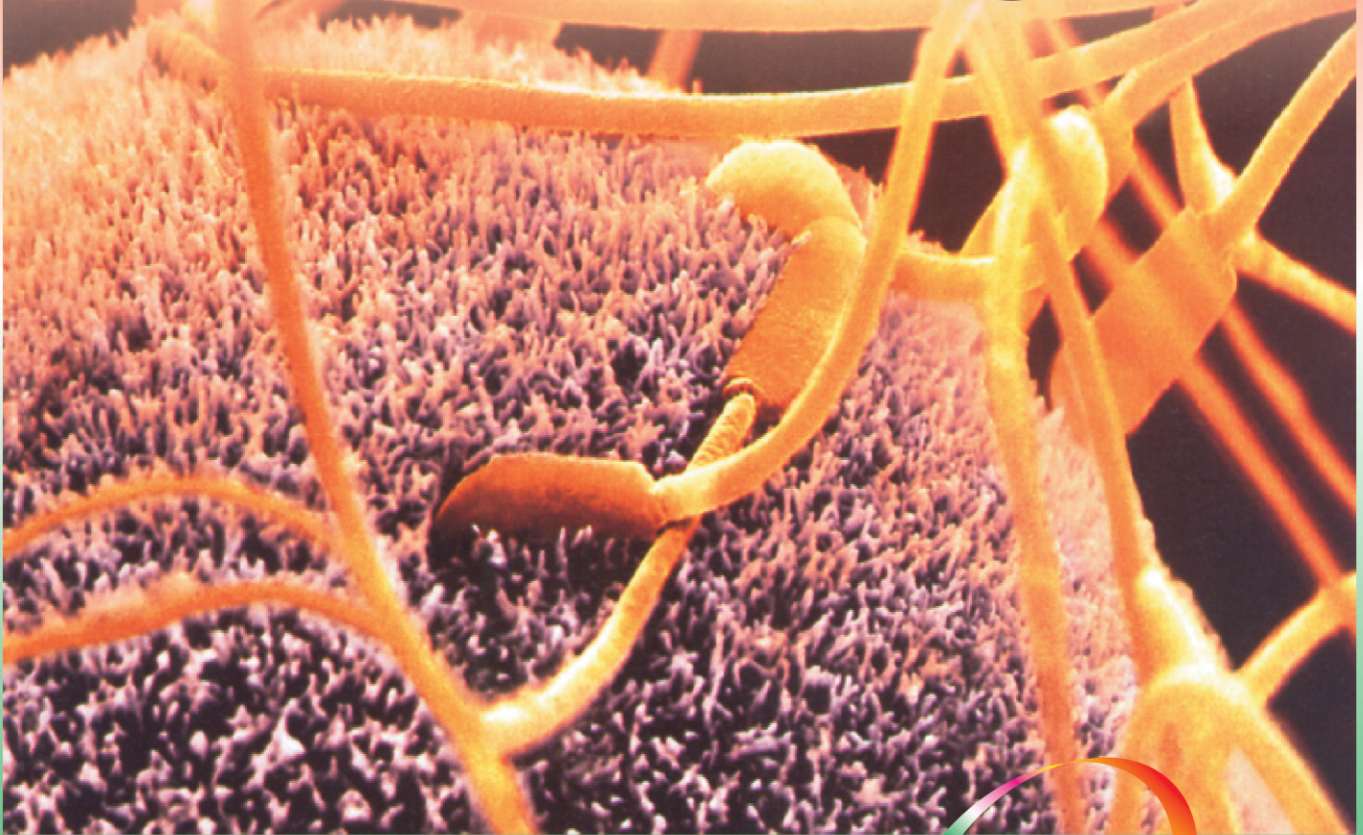


Tri Widodo, Tri Cahyono B.S
Bambang Suprayogi, Suharsono,
Sri Mintayani



IPA TERPADU



Untuk SMP/MTs

IX



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

**Tri Widodo, Tri Cahyono B. S.,
Bambang Suprayogi, Suharsono,
Sri Mintayani**

IPA

TERPADU

untuk

SMP/MTs

Kelas IX

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

IPA TERPADU

untuk SMP/MTs Kelas IX

Penyusun : Tri Widodo
: Tri Cahyono Budi Santoso
: Bambang Suprayogi
: Suharsono
: Sri Mintayani
Editor : Arief Satiyo Nugroho
Illustrator : Pandu
: Budi S

507

IPA
i

TRI Widodo

IPA Terpadu : Untuk SMP/MTs Kelas IX / penyusun, Tri Widodo...[et al] ;
editor, Arief Satiyo Nugroho ; ilustrator, Pandu, Budi S. -- Jakarta :
Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
vi, 272 hlm. : illus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 270

Indeks

ISBN 978-979-068-118-7 (no. jil. lengkap)

ISBN 978-979-068-121-7

1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Arief Satiyo Nugroho
III. Pandu IV. Budi S

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit Mefi Caraka, CV

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2009
Diperbanyak oleh

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

KATA PENGANTAR

Pendidikan IPA Terpadu diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya pada kehidupan sehari-hari. Lebih lanjut diharapkan agar penerapan IPA dapat dilakukan secara bijaksana sehingga tidak berdampak buruk pada lingkungan,

Buku siswa IPA Terpadu untuk SMP/MTs kelas IX ini disusun dengan konsep bahwa siswa tidak hanya diberi konsep tentang materi. Akan tetapi pemahaman konsep ilmiah yang disusun sedemikian rupa hingga diharapkan siswa mampu menumbuhkan kemampuan berfikir, bekerja dan bersikap ilmiah, mengkomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup.

Syukur alhamdulillah kami penyusun buku materi IPA Terpadu untuk SMP/MTs kelas VIII dapat menuangkan ide-ide tersebut di atas ke dalam buku ini.

Buku ini kami susun dengan mempertimbangkan keterkaitan antara sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (salingtemas) dalam penyajian yang berimbang. Konsep dan subkonsep kami sajikan dengan bahasa yang sederhana disertai contoh soal yang memudahkan siswa memahami konsep yang diberikan. Kami berikan pula kegiatan berupa tugas diskusi dan atau praktikum agar siswa dapat mencoba dan mempraktikkan konsep fisika dalam kehidupan. Selain itu kami berikan soal-soal uji pemahaman pada tiap subkonsep, uji kompetensi pada tiap akhir bab, dan ulangan akhir semester. Soal-soal uji pemahaman kami berikan sebagai *refleksi* untuk mengukur kemampuan siswa secara mandiri pada setiap subkonsep yang dibahas

Kami menyadari bahwa masih adanya kekurangan dalam penuangan materi dalam buku ini, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pemakai buku ini sangat kami harapkan. Akhirnya, semoga buku ini benar-benar dapat bermanfaat bagi peserta didik. Amiin.

Surakarta, Mei 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar isi	v
BAB 1 : SISTEM EKSRESI PADA MANUSIA	1
A. Sistem Ekskresi/Pengeluaran pada Manusia	2
B. Kelainan dan Penyakit yang Terdapat pada Sistem Ekskresi.....	9
Rangkuman	11
Uji Kompetensi	12
BAB 2 : ALAT PERKEMBANGBIAKAN PADA MANUSIA	15
A. Gametogenesis pada Manusia	16
B. Alat-alat Perkembangbiakan Manusia	18
C. Penyakit pada Sistem Reproduksi	20
D. AIDS, Pencegahan dan Penularan pada Manusia	21
Rangkuman	23
Uji Kompetensi	24
BAB 3 : SISTEM KOORDINASI DAN ALAT INDERA PADA MANUSIA	27
A. Sistem Saraf pada Manusia.....	28
B. Sistem Indera pada Manusia	36
C. Sistem Indera pada Manusia	38
Rangkuman	49
Uji Kompetensi	50
BAB 4 : KELANGSUNGAN HIDUP MAKHLUK HIDUP	53
A. Adaptasi Makhluk Hidup terhadap Lingkungan	54
B. Perkembangbiakan Organisme	61
Rangkuman	66
Uji Kompetensi	67
BAB 5 : PEWARISAN SIFAT	71
A. Kromosom dan Gen sebagai Faktor Pembawa Sifat	72
B. Dominan, Resesif dan Intermediet.....	75
C. Genotif dan Fenotif	75
D. Persilangan Individu dengan Satu Sifat Beda	76
E. Persilangan Individu dengan Dua Sifat Beda	79
F. Pewarisan Sifat pada Manusia.....	83

	G. Manfaat Pengembangbiakan Tanaman dan Hewan dengan Sifat-Sifat Unggul	86
	Rangkuman	88
	Uji Kompetensi	89
BAB 6 :	BIOTEKNOLOGI	91
	A. Bioteknologi Konvensional dan Modern di Lingkungan Sekitar	93
	B. Bioteknologi pada Berbagai Bidang	94
	C. Dampak Penerapan Bioteknologi	102
	D. Produk Bioteknologi dalam Kehidupan Sehari-hari	103
	Rangkuman	110
	Uji Kompetensi	111
BAB 7 :	LISTRIK STATIS	113
	A. Cara Menimbulkan Benda Bermuatan listrik	114
	B. Jenis-jenis Muatan Listrik	115
	C. Sifat Muatan Listrik	116
	D. Induksi Listrik	117
	E. Elektroskop	119
	F. Hukum Coloumb	121
	G. Pemanfaatan Listrik Statis	123
	Rangkuman	126
	Uji Kompetensi	126
BAB 8 :	LISTRIK DINAMIS	129
	A. Sumber Arus Listrik	130
	B. Hambatan Listrik Kawat Penghantar	137
	C. Rangkaian Listrik	139
	D. Energi dan Daya Listrik	157
	Rangkuman	162
	Uji Kompetensi	163
BAB 9 :	KEMAGNETAN	167
	A. Gejala Kemagnetan	168
	B. Kemagnetan Bumi	175
	C. Medan Magnet di Sekitar Bumi	177
	Rangkuman	188
	Uji Kompetensi	190

BAB 10 :	INDUKSI ELEKTROMAGNETIK	195
	A. Gejala Induksi Elektromagnetik	196
	B. Prinsip Kerja Generator	202
	C. Prinsip Kerja Transformator	203
	D. Induktor.....	206
	Rangkuman	207
	Uji Kompetensi	208
BAB 11 :	TATA SURYA	211
	Anggota Tata Surya	212
	Rangkuman	220
	Uji Kompetensi	221
BAB 12 :	MATAHARI DAN BUMI	223
	A. Matahari	225
	B. Bumi.....	228
	C. Bulan	233
	D. Satelit Buatan	239
	Rangkuman	241
	Uji Kompetensi	242
BAB 13 :	PROSES-PROSES YANG TERJADI DI LAPISAN LITOSFER DAN ATMOSFER	245
	A. Pelapukan di Lapisan Bumi	248
	B. Proses Pemanasan Global dan Pengaruhnya pada Lingkungan	252
	C. Pengaruh Proses-proses di lingkungan terhadap Kesehatan Manusia	254
	Rangkuman	257
	Uji Kompetensi	258
Glosarium	.....	260
Indeks	.....	266
Daftar Pustaka	.....	270
Kunci	.....	271

BAB 1

SISTEM

PADA MANUSIA

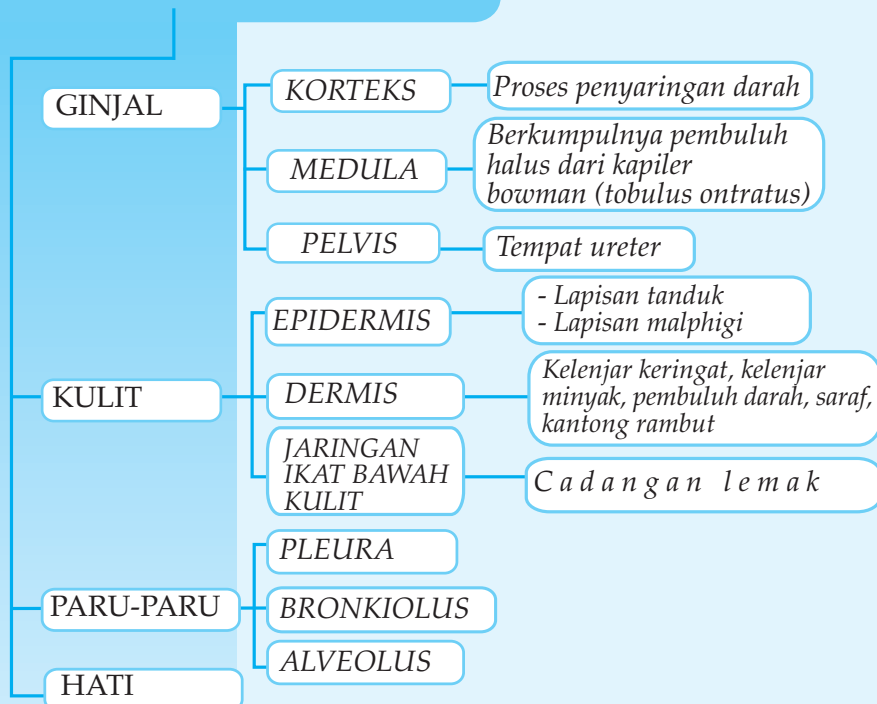
Standar Kompetensi:

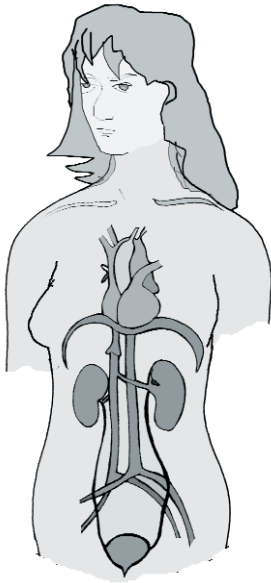
Memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

SISTEM EKSKRESI





Bila kita berada di bawah terik matahari atau di dalam bus kota yang penuh sesak, kita sering mengeluarkan keringat. Setiap hari kita pun mengeluarkan air seni (urin). Selain itu saat bernafas kita mengeluarkan gas karbondioksida. Mengapa zat-zat tersebut keluar dari tubuh kita? Zat-zat tersebut merupakan zat sisa yang sudah tidak berguna lagi bagi tubuh kita sehingga harus dikeluarkan. Keluarnya keringat, air seni, dan karbondioksida melalui suatu alat pengeluaran. Alat pengeluaran manusia atau alat ekskresi berupa ginjal, kulit, paru-paru, dan hati. Berikut ini akan kalian pelajari tentang sistem ekskresi atau sistem pengeluaran pada manusia.

(Sumber: Esis, 2003)

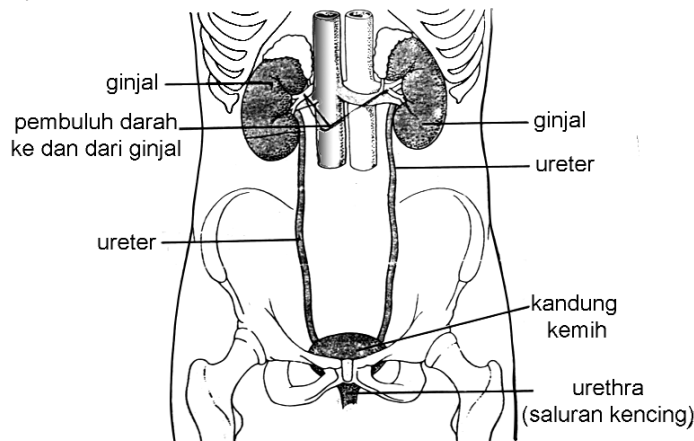
Gambar 1.1

A. SISTEM EKSKRESI/PENGELUARAN PADA MANUSIA

Sistem pengeluaran manusia bersifat kompleks dan terdiri atas beberapa alat pengeluaran. Setiap alat pengeluaran tersebut berfungsi mengeluarkan sisa metabolisme tubuh yang berbeda. Kerusakan pada alat pengeluaran dapat menyebabkan terjadinya keracunan. Marilah kita pelajari lebih rinci.

1. Ginjal

Alat pengeluaran (ekskresi) utama pada manusia berupa ginjal atau buah pinggang yang terletak di daerah pinggang sebelah kiri dan kanan tulang belakang. Ginjal orang dewasa beratnya ± 200 gram, berbentuk seperti kacang merah, berwarna keunguan dan berjumlah dua buah.



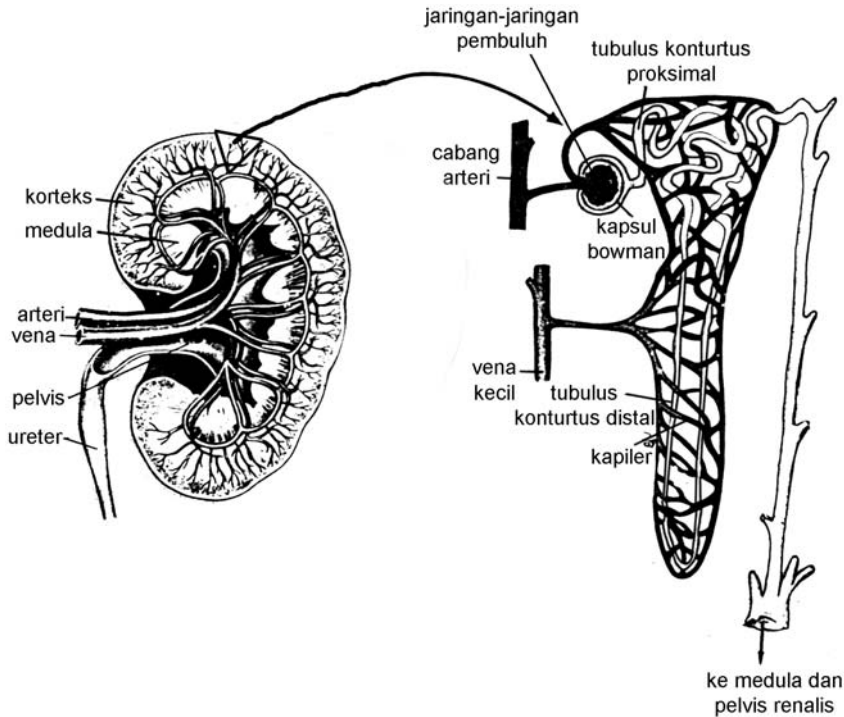
Gambar 1.2 Manusia mempunyai dua buah ginjal, yaitu ginjal kanan dan kiri

a. Struktur Ginjal

Ginjal terdiri atas tiga bagian, yaitu:

- 1) kulit ginjal (korteks)
- 2) sumsum ginjal (medula)
- 3) rongga ginjal (pelvis)

Lihat gambar ginjal berikut ini



Gambar 1.3 Penampang ginjal dan bagian-bagiannya

Tiap-tiap ginjal tersusun sekitar satu juta unit penyaring kecil yang disebut *nefron*. Proses penyaringan darah terjadi di kulit ginjal. Di dalam kulit ginjal terdapat ratusan ribu *badan malpighi* yang terdiri atas *glomerulus* dan *kapsul bowman* yang bentuknya seperti cawan dan berdinding ganda.

Sumsum ginjal (medula) merupakan tempat berkumpulnya pembuluh-pembuluh halus dari kapiler bowman. Di sinilah pertemuan antara pembuluh darah dan saluran kemih. Di sini pula terjadi penyaringan. Pembuluh-pembuluh halus tersebut mengalirkan urin ke saluran yang lebih besar dan bermuara pada rongga ginjal. Selanjutnya, urin dialirkan melalui saluran ginjal (ureter) dan ditampung di dalam kantong kemih (kantong kencing). Jika kantong kemih banyak mengandung urin, dinding kantong kemih tertekan hingga otot melingkar pada pangkal kantong meregang. Akibat meregangnya otot melingkar tersebut timbul rasa ingin buang air kecil. Selanjutnya urin dikeluarkan melalui saluran kemih (uretra).

b. Kerja Ginjal

Darah yang banyak mengandung sisa metabolisme masuk ke ginjal melalui pembuluh nadi ginjal. Cairan yang keluar dari pembuluh darah masuk ke nefron yang terdiri atas glomerulus dan kapsul bowman. Membran glomerulus dan kapsul bowman bersifat permialabel terhadap molekul kecil dan ion.

Air, gula, asam amino, dan urea terpisah dari darah kemudian menuju ke kapsul bowman. Proses ini disebut *filtrasi*. Sebenarnya dari sekitar 180 liter air yang disaring kapsul bowman setiap hari, hanya satu liter yang diekskresikan sebagai urin. Sebagian besar air diserap kembali di dalam pembuluh halus. Cairan dari kapsul bowman menuju ke saluran pengumpul. Dalam perjalanan tersebut terjadi penyerapan kembali glukosa dan bahan-bahan lain oleh aliran darah. Peristiwa ini disebut *reabsorpsi*. Bahan yang tidak direabsorpsi bergabung dengan air menjadi urin.

c. Kandungan Urin

Dalam keadaan normal, urin mengandung sebagai berikut.

- 1) Air, urea dan amonia yang merupakan sisa perombakan protein.
- 2) Garam mineral terutama garam dapur.
- 3) Zat warna empedu yang memberi warna kuning pada urin.
- 4) Zat yang berlebihan dalam darah, seperti vitamin, hormon, dan obat-obatan.

Urin yang normal tidak mengandung protein dan glukosa. Jika urin mengandung protein, hal ini menunjukkan adanya kerusakan di dalam ginjal pada glomerulus. Jika urin mengandung gula berarti adanya kerusakan pada tubulus ginjal. Apakah air kalian mengandung gula? Untuk menjawab permasalahan ini lakukan kegiatan 1.1 berikut!

Kegiatan 1.1 Uji Gula dalam Urin

Tujuan : Mengetahui adanya gula dalam urin

Alat dan bahan : Tabung reaksi, pembakar spirtus, penjepit tabung, pipet tetes, urin (air seni), gula, air, dan larutan benedict

Langkah kerja :

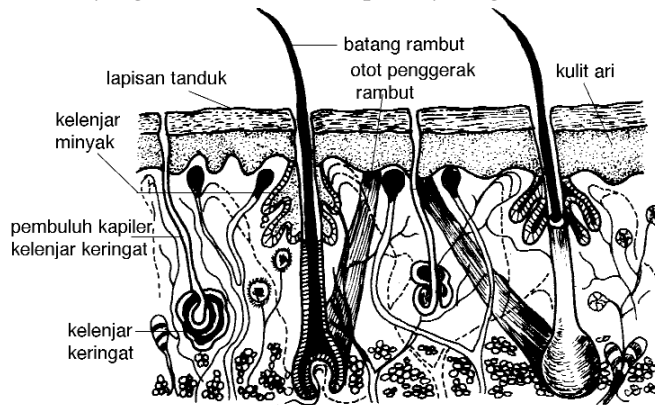
1. Masukkan 10 tetes larutan gula ke dalam tabung reaksi!
2. Tetesi larutan gula tersebut dengan 3 tetes larutan benedict kocok hingga merata!
3. Jepitlah tabung reaksi dengan penjepit, panasi ujung tabung reaksi di atas nyala api pembakaran spirtus \pm 3 menit. Jangan sampai larutan mendidih!
4. Amati perubahan warna yang terjadi, bila mengandung gula akan terbentuk endapan berwarna merah bata/oranye!
5. Dengan cara yang sama ujilah urinmu dan urin teman-temanmu!
6. Apakah terbentuk endapan yang berwarna merah bata pada urin tersebut? Apa kesimpulan kalian!

UJI PEMAHAMAN

1. Terdiri dari apakah struktur ginjal manusia itu?
2. Dimanakah pada ginjal terjadi proses reabsorpsi?
3. Kelainan pada ginjal bagian manakah bila urin mengandung gula?

2. Kulit

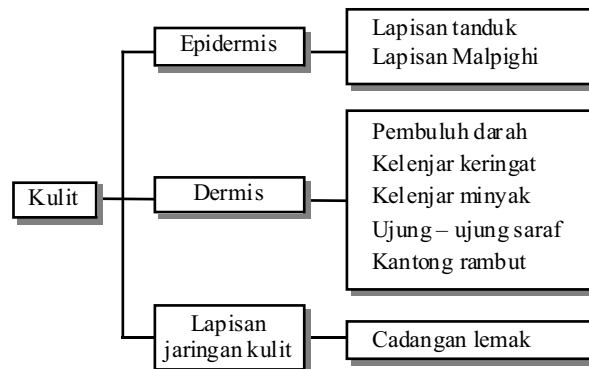
Kulit merupakan lapisan tipis yang menutupi dan melindungi seluruh permukaan tubuh. Selain berfungsi menutupi seluruh permukaan tubuh, kulit juga berfungsi sebagai alat ekskresi (pengeluaran). Kulit terdiri atas tiga lapisan yaitu: kulit ari (epidermis), lapisan kulit jangat (dermis), dan lapisan jaringan ikat bawah kulit.



Gambar 1.4 Penampang kulit

a. Kulit Ari

Kulit ari (epidermis) tersusun atas 2 lapisan yaitu lapisan tanduk dan lapisan malpighi. Lapisan tanduk merupakan lapisan terluar yang terdiri atas sel-sel mati sehingga dapat mengelupas. Adapun lapisan malpighi terletak di bawah tanduk dan terdiri atas sel-sel hidup, banyak mengandung pigmen melanin yang berfungsi memberi warna pada kulit. Lapisan malpighi juga melindungi tubuh dari sengatan matahari.



Gambar 1.5 Skema penyusun kulit

b. Kulit Jangat

Kulit jangat (dermis) terletak di bawah lapisan kulit ari. Di dalam lapisan dermis terdapat kelenjar keringat, kelenjar minyak, pembuluh darah, ujung saraf, dan kantong rambut. Kelenjar keringat berperan dalam sistem pengeluaran yaitu berfungsi menghasilkan keringat yang terdiri atas air dan garam-garaman yang dikeluarkan ke permukaan tubuh melalui saluran kelenjar keringat menuju pori-pori di permukaan kulit.

Ujung saraf terdiri atas ujung saraf peraba untuk mengenali rabaan, sedangkan ujung saraf perasa untuk mengenali tekanan, dan ujung saraf suhu untuk mengenali suhu.

Kantung rambut terdiri atas akar rambut dan batang rambut. Di dekat akar rambut terdapat otot polos yang berfungsi menegakkan rambut pada saat kedinginan atau merasa takut.

Pembuluh darah kapiler memberi zat makanan pada akar rambut dan sel hingga sel-sel tersebut tetap hidup. Di dekat akar rambut juga terdapat kelenjar minyak yang berfungsi mengeluarkan minyak agar rambut dan kulit tidak kering. Pengeluaran keringat dipengaruhi beberapa faktor antara lain: suhu udara, aktivitas tubuh serta kerja pembuluh darah akibat rangsangan saraf. Bila udara dingin kalian sering mengeluarkan air seni. Jelaskan mengapa demikian!

c. Jaringan ikat bawah kulit

Pada jaringan ikat bawah kulit terdapat banyak cadangan lemak. Lemak berfungsi sebagai cadangan makanan dan menjaga kehangatan suhu tubuh. Zat apakah yang dikeluarkan melalui kulit? Untuk menjawab permasalahan ini lakukan kegiatan 1.2 berikut!

Fungsi kulit

Selain berfungsi sebagai alat ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai berikut.

- Sebagai pelindung tubuh dari kerusakan akibat benturan maupun kerusakan yang disebabkan oleh zat kimia.
- Sebagai tempat indera peraba karena pada kulit terdapat ujung saraf indera yang dapat merasakan kasar, halus, panas, dingin, dan nyeri.
- Untuk menyimpan kelebihan lemak.
- Pengaturan suhu tubuh.
- Sebagai tempat perubahan provitamin D menjadi vitamin D yang dibantu oleh sinar ultraviolet dan matahari.



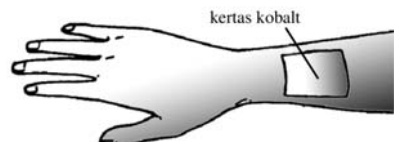
Kegiatan 1.2 Zat yang Dikeluarkan Kulit

Tujuan : Mengetahui zat yang dikeluarkan kulit manusia

Alat dan bahan : Kertas kobalt berukuran 2 x 2 cm sebanyak 2 lembar, stopwatch, arloji, selotif, dan air dalam gelas

Langkah kerja :

- Tempelkan 1 lembar kertas kobalt pada lengan atas dengan selotif!
- Amati dan catat warna kertas kobalt yang terkena tempelan!
- Lakukan lari-lari kecil selama ± 5 menit, atau sampai berkeringat!
- Amati dan catat jika terjadi perubahan warna pada kertas kobalt!



5. Kertas kobalt masih tersisa 1 lembar. Masukkan satu kertas kobalt tersebut ke dalam gelas yang berisi air!
6. Diskusikan hasil percobaan dengan temanmu!
7. Buatlah kesimpulan berdasarkan hasil kegiatanmu!
8. Tulislah hasil percobaan pada tabel berikut ini!

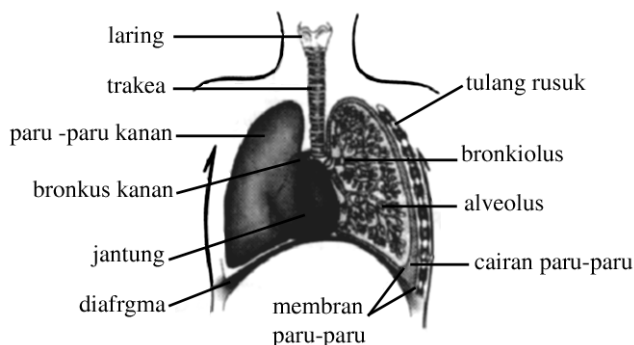
No	Kegiatan/Percobaan	Warna Kertas Kobalt
1.	Sebelum ditempel atau dicelup air	
2.	Sesudah ditempel dan tercampur keringat	
3.	Sesudah dicelup ke air	

UJI PEMAHAMAN

1. Sebutkan 3 lapisan penyusun kulit manusia!
2. Di lapisan kulit manakah dapat kalian temukan cadangan lemak?
3. Pada organ manakah pada manusia yang dapat mengubah provitamin D menjadi vitamin D?

3. Paru-paru

Selain sebagai alat pernafasan, paru-paru juga berfungsi sebagai alat pengeluaran/ekskresi. Zat apakah yang dikeluarkan dari paru-paru? Untuk mengetahui zat yang dikeluarkan paru-paru lakukan kegiatan 1.3 berikut!



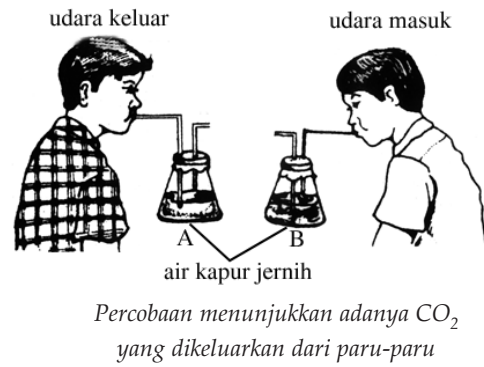
Gambar 1.6 Paru-paru manusia



Kegiatan 1.3 Zat yang Dikeluarkan Paru-paru

- Tujuan : Mengetahui zat-zat yang dikeluarkan oleh paru-paru
- Alat dan bahan : Tabung reaksi (2 buah), sumbu tabung reaksi (2 buah), selang plastik, air kapur secukupnya (yang jernih), dan cermin
- Langkah kerja :
1. Embuskan nafasmu ke cermin yang telah kalian siapkan, amati dan catat apa yang terjadi!

2. Bandingkan cermin yang kalian embus dengan cermin yang tidak kalian embus adakah perbedaannya? Mengapa demikian?
3. Rangkailah alat dan bahan sehingga membentuk seperangkat alat percobaan seperti pada gambar!
4. Dengan menggunakan perangkat percobaan A, embuslah udara pernafasan 0,5 menit. Amati apa yang terjadi pada air kapur yang jernih tersebut?
5. Gunakan perangkat percobaan B isaplah udara dari tabung reaksi selama 0,5 menit. Amati apa yang terjadi pada air kapur tersebut?
6. Bagaimana keadaan air kapur pada akhir percobaan dalam perangkat percobaan A dan perangkat percobaan B? Air kapur bagian mana yang mengalami perubahan? Mengapa demikian?
7. Diskusikan dan buat kesimpulan dari kegiatan di atas!
8. Kumpulkan hasil kegiatanmu sebagai Portopolio!

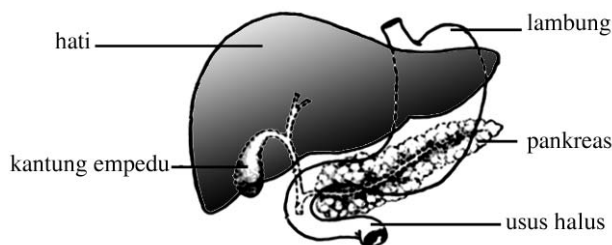


UJI PEMAHAMAN

1. Apakah fungsi paru-paru manusia!
2. Zat apa sajakah yang dikeluarkan paru-paru!
3. Bila kalian menghembuskan nafasmu ke dalam air kapur yang jernih, maka air kapur jernih berubah menjadi keruh. Mengapa demikian?

4. Hati

Hati (hepar) terletak di dalam rongga perut sebelah kanan, tepat di bawah sekat rongga dada. Hati berwarna merah kecoklatan dan merupakan kelenjar terbesar yang terdapat di dalam tubuh manusia.



Gambar 1.7 Hati

Sebagai alat pengeluaran, hati menyaring *bilirubin* hasil penghancuran sel-sel darah merah dari darah kemudian membuangnya bersamaan dengan cairan empedu. Jika hati tidak mampu menyaring bilirubin dari darah, maka bilirubin yang berwarna kekuningan akan menumpuk pada jaringan-jaringan lain dan menyebabkan warna

kuning pada kulit dan mata. Di samping itu, jika terjadi penyumbatan pada pembuluh empedu, cairan empedu juga akan masuk ke dalam sistem peredaran darah. Akibatnya cairan darah menjadi lebih kuning, dan menyebabkan warna kulit serta mata menjadi kuning. Gejala seperti ini biasa disebut dengan *penyakit kuning*.

Selain sebagai alat ekskresi, hati juga berfungsi sebagai berikut.

- a. Membuat empedu yang membantu mengemulsikan lemak.
- b. Menawarkan bermacam-macam racun.
- c. Menyimpan gula dalam bentuk gula otot (glikogen).
- d. Tempat pembentukan dan perombakan protein.
- e. Tempat pengubahan provitamin A menjadi vitamin A.
- f. Mengatur kadar gula dalam darah.

Sari makanan yang diserap usus halus terlebih dahulu masuk ke hati. Zat racun dan bibit penyakit disaring di hati sebelum diedarkan ke seluruh tubuh. Hati merupakan organ utama yang bertanggung jawab terhadap keamanan zat yang beredar di tubuh.

UJI PEMAHAMAN

1. Dimana letak hati pada manusia?
2. Disaring di manakah zat racun dan bibit penyakit sebelum diedarkan ke seluruh tubuh manusia?
3. Sebutkan 3 diantara 6 fungsi hati!

B. KELAINAN DAN PENYAKIT YANG BIASA TERDAPAT PADA SISTEM EKSKRESI

Apa yang terjadi bila organ-organ sistem ekskresi pada manusia tidak bekerja dengan sempurna. Berikut ini beberapa kelainan atau penyakit yang biasa dijumpai pada sistem ekskresi manusia dalam kehidupan sehari-hari.

1. Nefrosis

Netrosis adalah kondisi di mana membran glomerulus bocor, menyebabkan sejumlah protein keluar dari darah menuju urin. Nefrosis ini biasa diderita anak-anak.

2. Anuria

Anuria merupakan kegagalan ginjal karena kerusakan di glomerulus sehingga tidak ada urin yang dihasilkan penderita.

3. Batu Ginjal

Penyakit batu ginjal disebabkan terjadinya endapan senyawa kalsium dan penumpukan asam urat di dalam rongga ginjal atau kandung kemih. Kurang minum atau sering menahan kencing dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal. Pencegahannya: minum air putih sebanyak-banyaknya.

4. Gagal Ginjal

Penyakit gagal ginjal yang paling banyak diderita manusia adalah radang ginjal. Penyakit ini menyebabkan ginjal tidak dapat bekerja melaksanakan fungsinya. Penyakit ini sering disebut gagal ginjal. Penyakit ini dapat diatasi dengan 2 cara yaitu melakukan cuci darah dan cangkok ginjal (tranplantasi ginjal).

5. Diabetes Militus

Diabetes militus (kencing manis) terjadi karena kadar hormon insulin dalam tubuh sangat rendah sehingga proses pengubahan glukosa menjadi glikogen terganggu. Akibatnya, kadar glukosa dalam darah tinggi dan tidak mampu diserap kembali oleh tubuh sehingga dikeluarkan bersama urin. Pencegahan: diet, kontrol gula darah, dan suntikan insulin.

6. Diabetes Insipidus

Diabetes insipidus terjadi karena di dalam tubuh kekurangan hormon antidiuretik, hingga volum urin yang dihasilkan mencapai 30 kali volum urin normal. Akibatnya penderita menjadi sering buang air kecil.

7. Sistisis

Sistisis adalah radang kantong kemih yang disebabkan oleh infeksi bakteri, zat kimia atau luka.

8. Hematuria

Penyakit hematuria ditunjukkan dengan adanya sel darah merah di dalam urin, yang disebabkan oleh radang organ sistem urin karena penyakit atau iritasi oleh batu.

9. Hepatitis

Hepatitis adalah radang hati yang disebabkan virus. Ada 2 macam virus hepatitis yaitu virus hepatitis A dan B. Virus hepatitis B lebih berbahaya daripada virus hepatitis A.

UJI PEMAHAMAN

1. Apakah yang disebut gagal ginjal?
2. Jelaskan 2 cara mengatasi kelainan gagal ginjal!
3. Bedakan pengertian antara diabetes militus dengan diabetes insipidus!

RANGKUMAN

1. Zat sisa metabolisme yang harus dikeluarkan dari tubuh antara lain: karbon-dioksida, uap air, air, urea, amonia, dan zat warna empedu.
2. Alat ekskresi pada manusia berupa ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.
3. Struktur ginjal terdiri atas 3 bagian yaitu kulit ginjal (korteks), sumsum ginjal (medula), dan rongga ginjal (pelvis).
4. Urin yang normal tidak mengandung gula dan protein. Bila di dalam urin terlarut gula (glukosa) dan protein maka menunjukkan ada penyakit atau kelainan pada ginjal.
5. Kulit pada manusia terdiri atas 3 lapisan, yaitu kulit ari (epidermis), lapisan kulit jangat (dermis), dan lapisan jaringan ikat bawah kulit.
6. Fungsi kulit:
 - a. sebagai pelindung tubuh beserta organ-organ di dalamnya,
 - b. sebagai indera peraba,
 - c. sebagai tempat penyimpanan kelebihan lemak,
 - d. sebagai tempat pengubahan provitamin D menjadi vitamin D, serta
 - e. sebagai pengatur suhu.
7. Paru-paru berfungsi mengeluarkan gas karbondioksida dan uap air.
8. Hati (hepar) terletak di dalam rongga perut sebelah kanan tepat di bawah diafragma, dan berwarna merah kecoklatan.

9.

Alat Ekskresi	Macam Zat yang Dikeluarkan
ginjal	urine
kulit	keringat
paru-paru	gas CO ₂ dan H ₂ O
hati	cairan empedu

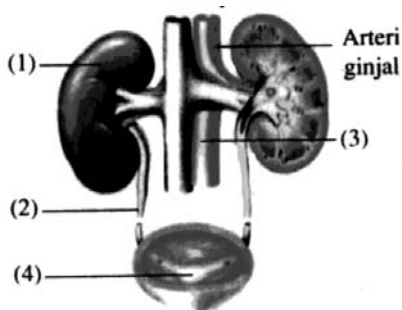
10. Beberapa penyakit atau kelainan pada sistem ekskresi manusia antara lain: netrosis, anuria, batu ginjal, gagal ginjal, sistisis, diabetes, hepatitis.

UJI KOMPETENSI

I. Silanglah (x) huruf a, b, c, atau d di depan jawaban yang tepat!

1. Salah satu organ pada manusia yang tidak mengeluarkan zat sisa dalam proses metabolisme adalah
 - a. ginjal
 - b. kulit
 - c. hati
 - d. pankreas
2. Bagian dari sistem ekskresi yang berfungsi sebagai tempat pen-yaringan darah adalah
 - a. ureter
 - b. uretra
 - c. glomerulus
 - d. kantung kemih
7. Pengubahan provitamin A menjadi vitamin A terjadi pada
 - a. ginjal
 - b. kulit
 - c. paru-paru
 - d. hati
8. Ujung saraf indera pada kulit ter-dapat pada lapisan
 - a. epidermis
 - b. malphigi
 - c. tanduk
 - d. dermis
9. Kelebihan hormon, vitamin, dan obat-obatan akan dikeluarkan melalui
 - a. ginjal
 - b. kulit
 - c. paru-paru
 - d. hati

Untuk menjawab soal 3, 4, dan 5 perhatikan gambar berikut ini!



3. Ureter ditunjukkan oleh nomor
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
4. Kantong kemih ditunjukkan oleh nomor
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
5. Nomor yang ditunjukkan oleh angka 1 dinamakan
 - a. ginjal
 - b. arteri
 - c. ureter
 - d. kantung kemih
6. Hati sebagai alat ekskresi me-ngeluarkan
 - a. insulin
 - b. gula
 - c. urin
 - d. empedu
10. Kelebihan lemak akan disimpan di
 - a. lapisan kulit ari
 - b. lapisan epidermis
 - c. lapisan jangat
 - d. lapisan bawah kulit
11. Urin dikeluarkan dari dalam tubuh melalui saluran
 - a. ureter
 - b. uretra
 - c. glomerulus
 - d. kapsul bowman
12. Urin berwarna kuning karena mengandung
 - a. amoniak
 - b. hemoglobin
 - c. urea
 - d. bilirubin
13. Salah satu tanda bahwa seseorang menderita kencing manis adalah bila di dalam urinnya meng-an-dung
 - a. urea
 - b. amoniak
 - c. gula
 - d. hemoglobin

- | | |
|---|---|
| 14. Kulit berfungsi sebagai alat pengeluaran karena itu memiliki | 15. Alat yang digunakan untuk proses cuci darah adalah |
| a. rambut | a. mesin dialisis |
| b. lemak | b. mesin klinis |
| c. kelenjar keringat | c. spignometer |
| d. kelenjar saraf | d. manometer |

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan tepat dan jelas!

1. Apa sajakah struktur ginjal itu?
2. Mengandung apa sajakah urin itu?
3. Apakah fungsi kulit itu!
4. Mengapa ketika udara panas kita banyak mengeluarkan keringat, sedangkan ketika udara dingin kita sering buang air kecil?
5. Sebutkan 3 penyakit atau kelainan yang biasa dialami oleh sistem ekskresi manusia dan bagaimana upaya mengatasinya?

BAB 2

ALAT PERKEMBANG- BIAKAN PADA MANUSIA

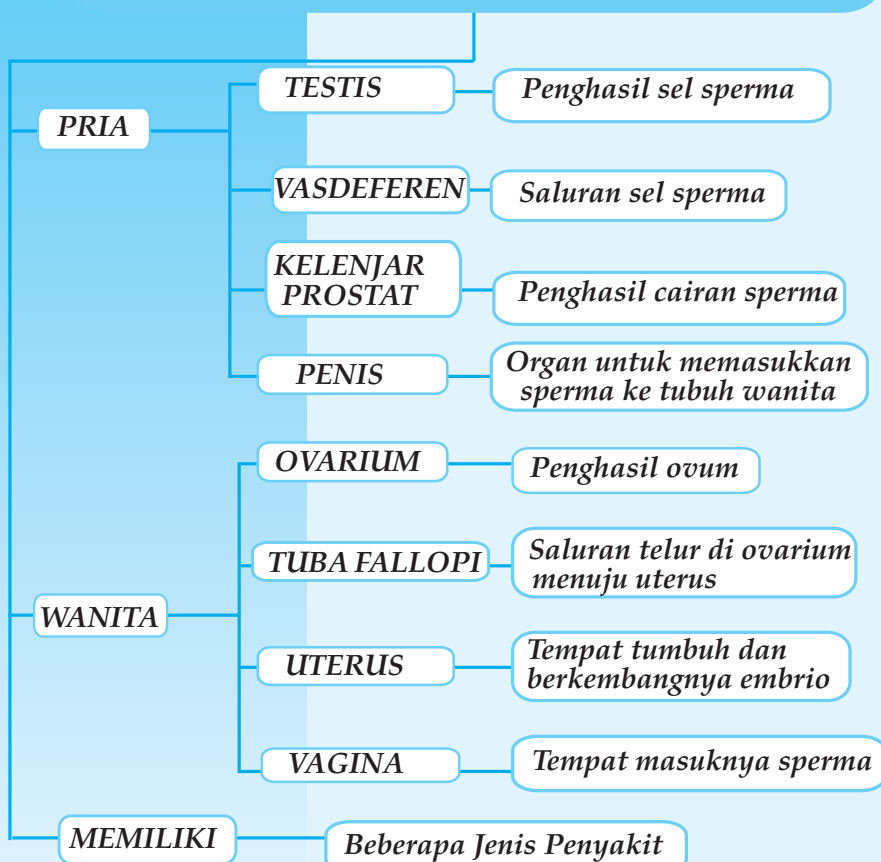
Standar Kompetensi:

Memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia.

ALAT PERKEMBANGBIAKAN MANUSIA



Ditinjau dari proses perkembangan evolusinya, manusia tergolong jenis mamalia yang paling tinggi dan paling sempurna tingkat perkembangannya.

Hal ini terlihat dari struktur dan fungsi alat perkembangbiakannya yang sudah lebih lengkap dan sempurna dibanding dengan alat perkembangbiakan organisme lainnya.

Pada dasarnya susunan alat perkembangbiakan manusia sama dengan mamalia pada umumnya. Alat perkembangbiakan tersebut baru akan berfungsi setelah manusia mencapai usia tertentu, dengan kondisi tertentu pula. Biasanya sel kelamin dan hormon kelamin dihasilkan pada masa puber, di mana pada masa itu organ-organ tubuh seseorang mulai berfungsi secara optimal.

A. PEMBENTUKAN SEL KELAMIN PADA MANUSIA

Reproduksi seksual (perkembangbiakan generatif) selalu melibatkan dua individu, yaitu pria dan wanita. Pria memiliki alat kelamin jantan untuk menghasilkan sel-sel kelamin jantan yang disebut spermatozoa (sperma). Wanita memiliki alat kelamin betina untuk menghasilkan sel kelamin betina yang disebut sel telur (ovum).

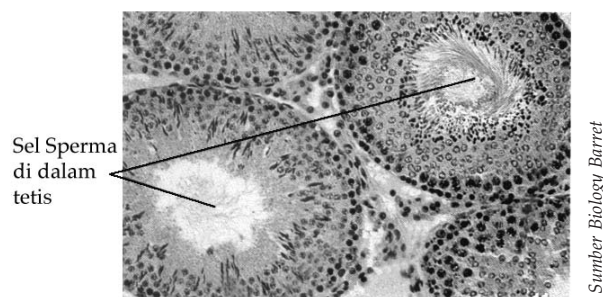
Proses pembentukan sel-sel kelamin (gamet) di dalam alat reproduksi disebut *gametogenesis*. Pada hewan dan manusia dibedakan menjadi dua, yaitu *spermatogenesis* dan *oogenesis*. *Spermatogenesis* ialah pembentukan sperma yang terjadi pada testis. *Oogenesis* ialah pembentukan sel telur (ovum) pada ovarium.

Alat khusus yang menghasilkan sel sperma disebut *testis*, sedangkan alat khusus yang menghasilkan sel telur disebut *ovarium*.

1. Pembentukan Sel Kelamin Jantan

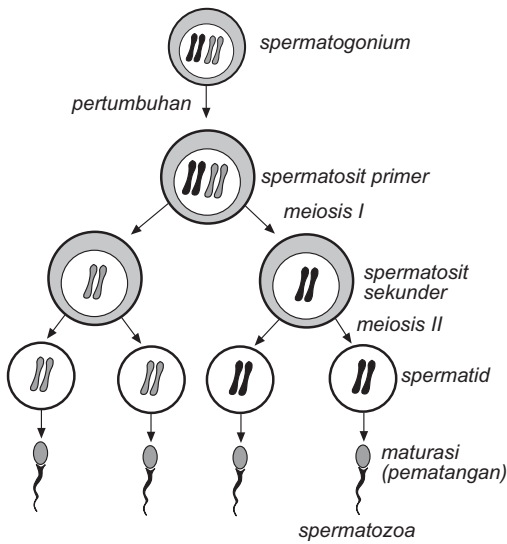
Pembentukan sel kelamin jantan terjadi pada testis. Di dalam testis terdapat sel spermatogonium yang diploid. Spermatogonium menghasilkan sel kelamin jantan (sperma). Jadi, spermatogonium inilah yang mengalami spermatogenesis. Satu sel spermatogonium dalam testis akan membelah beberapa kali sehingga terbentuk beberapa sel spermatogonium. Pembelahan ini terjadi secara mitosis. Jadi, sel-sel yang baru terbentuk mempunyai jumlah kro-mosom yang sama dengan sel induk, yaitu diploid atau $2n$.

Spermatogenesis dimulai dengan pertumbuhan spermatogonium menjadi sel yang lebih besar yang disebut spermatosit primer. Sel spermatosit akan membelah secara meiosis.



Gambar 2.1 Sayatan melintang testis dengan sperma di dalamnya

Pembelahan meiosis terjadi dalam dua tahap, yaitu meiosis pertama dan meiosis kedua. Perhatikan gambar berikut.

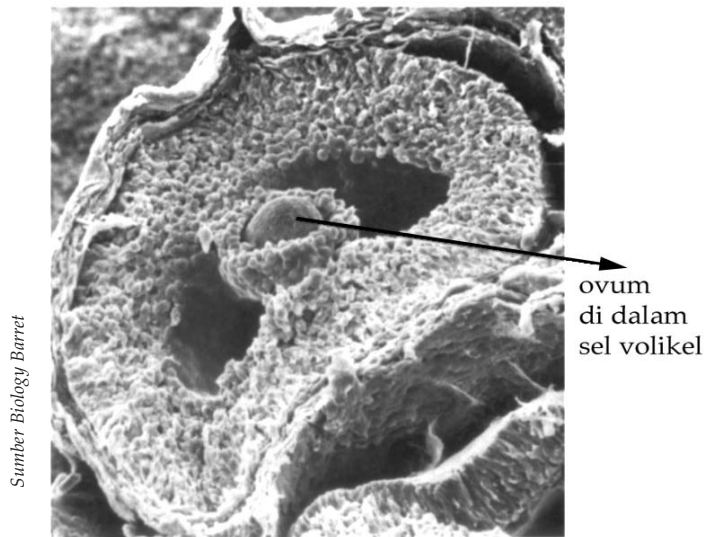


Dalam pembelahan meiosis pertama, sel spermatosit primer membelah menjadi dua sel spermatosit sekunder. Kedua sel itu bersifat haploid ($1n$), artinya hanya memiliki setengah dari jumlah kromosom spermatosit primer. Selanjutnya terjadi meiosis kedua, yaitu tiap-tiap sel spermatosit sekunder membelah sehingga terbentuklah empat buah sel spermatid yang sama besar. Sel spermatid ini memiliki jumlah kromosom haploid ($1n$). Melalui suatu proses yang sangat rumit, spermatid menjadi sel kelamin jantan (sperma). Intinya mengecil dan menjadi kepala sperma.

Gambar 2.2 Bagan spermatogenesis

2. Pembentukan Sel Kelamin Betina

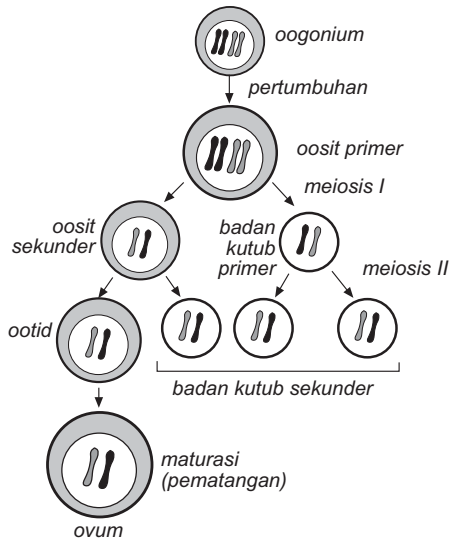
Pembentukan sel telur (ovum) terjadi dalam ovarium. Di dalam ovarium banyak terdapat oogonium, yaitu sel yang kelak menjadi sel telur. Sel ini memiliki jumlah kromosom diploid ($2n$). Pada awal pembentukan, oogonium mengalami pembelahan secara mitosis sehingga akan terbentuk banyak oogonium yang diploid ($2n$).



Gambar 2.4 Sayatan ovarium dengan ovum di dalamnya

Oogonium membelah secara mitosis menjadi beberapa oogonium yang jumlah kromosomnya diploid. Oogonium berkembang menjadi oosit primer. Selanjutnya oosit primer mengalami pembelahan meiosis.

Perhatikan gambar berikut.



Pada meiosis pertama, oosit primer membelah menjadi dua sel yang ukurannya tidak sama. Hal ini disebabkan pembagian sitoplasmanya tidak sama. Satu sel yang besar disebut oosit sekunder, mengandung kuning telur dan sitoplasma. Satu sel yang kecil hanya terdiri dari inti, disebut badan kutub pertama.

Tahap berikutnya pada meiosis kedua, oosit sekunder membelah menjadi dua sel yang lebih besar disebut *ootid*, sel yang lebih kecil disebut badan kutub sekunder. Ootid kemudian menjadi sel kelamin betina (ovum).

Gambar 2.5 Bagan oogenesis

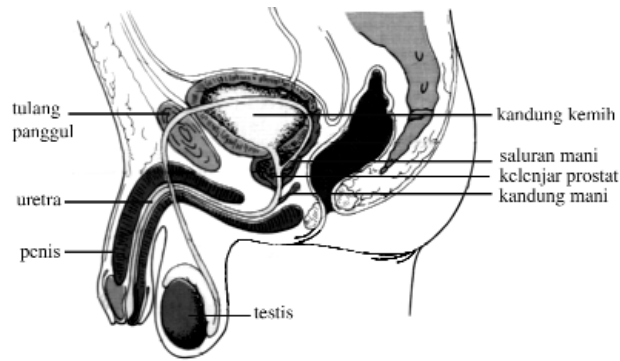
Ketiga badan kutub kecil diserap kembali, sedangkan sel yang besar akan mengalami perubahan lebih lanjut menjadi sel telur yang masak. Jadi, dalam proses oogenesis, setiap oosit primer hanya akan menghasilkan satu sel telur.

B. ALAT-ALAT PERKEMBANGBIAKAN MANUSIA

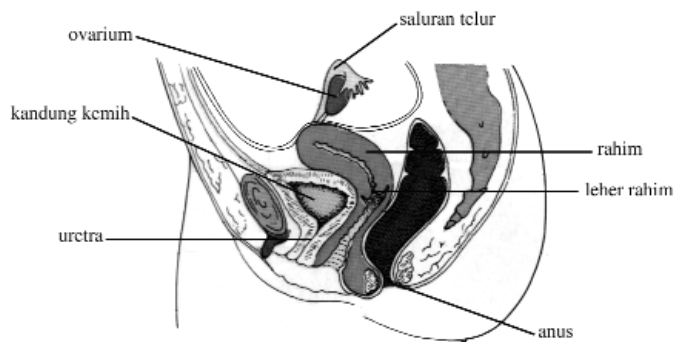
Melalui tabel di bawah ini kalian dapat mengetahui perkembangbiakan baik pada pria maupun wanita.

Tabel 2.1 Alat-alat Perkembangbiakan Pria

No.	Nama organ	Fungsi
1.	testis	Penghasil spermatozoid dan hormon kelamin pria.
2.	epididimis	Tempat pematangan sel spermatozoid.
3.	vas deferens	Saluran sperma dari testis ke kantong sperma.
4.	vesikula sminalis	Menampung sel spermatozoid dari testis.
5.	kelenjar prostat	Penghasil cairan basa untuk melindungi sperma dari pengaruh luar.
6.	kelenjar cowper	Penghasil lendir untuk melumasi saluran sperma ke luar (bulbo uretral) tubuh.
7.	penis	Memasukkan sel sperma ke dalam tubuh wanita.



Gambar 2.6 Alat reproduksi pria



Gambar 2.7 Alat reproduksi wanita

Tabel 2.2 Alat-alat Perkembangbiakan Wanita

No.	Nama organ	Fungsi
1.	ovarium	Penghasil sel telur dan hormon kelamin wanita.
2.	tuba fallopii	Saluran tempat keluarnya sel telur dari ovarium menuju ke arah rahim (uterus).
3.	uterus (rahim)	Tempat pertumbuhan dan perkembangan embrio.
4.	vagina	Alat perkawinan wanita yaitu tempat masuknya sperma ke dalam tubafallop.

UJI PEMAHAMAN

1. Apakah gametogenesis itu!
2. Pada manusia gametogenesis dibedakan menjadi 2. Apakah fungsi masing-masing gametogenesis?
3. Sebutkan 2 jenis pembelahan pada saat terjadi gametogenesis pada manusia
4. Apakah pengertian ootid pada pembentukan sel kelamin pada wanita!
5. Apakah fungsi:
 - a. epididimis pada alat perkembangbiakan pria
 - b. vesikula seminalis
 - c. uterus pada alat perkembangbiakan wanita

C. PENYAKIT PADA SISTEM REPRODUKSI

Seperti sistem tubuh yang lain, sistem reproduksi pada manusia dapat pula diinfeksi oleh mikroba. Mikroba tersebut dapat menyerang pada saat terjadi kontak antara orang yang satu dengan yang lain selama kontak seksual. Penyakit yang disebarkan melalui kontak seksual disebut penyakit seksual. Pada tabel dicantumkan beberapa penyakit seksual yang terkenal. Penyakit tersebut sangat membahayakan sistem reproduksi.

No.	Penyakit	Gejala/tanda-tanda yang muncul	Keterangan
1.	Gonore (kencing nanah)	Perempuan: keluarnya nanah yang berasal dari vagina dan saluran urin, tidak muncul gejala pada beberapa perempuan. laki-laki: keluarnya nanah dari penis (saluran urin).	Perempuan: kebersihan pada saat kelahiran baru terinfeksi dari ibunya selama kelahiran. Laki-laki: infeksi pada testis. Dapat menular ke bayi yang sedang dikandung.
2.	Klamidia (klamidiasis)	Seperti halnya perempuan pada gonore, tidak tampak gejalanya 70% perempuan, 10% pada laki-laki.	Perempuan: kebersihan bermasalah pada saat kehamilan. Laki-laki: kebersihan pada laki-laki (kurang dikenal masyarakat)
3.	Sifilis (raja singa)	Luka pada vagina atau penis.	Membahayakan jantung dan otak penderita melalui ibu yang ditularkan ke fetusnya.
4.	Herpes (dhab)	Luka pada vagina atau penis seperti bercak-bercak yang menyerang pada alat kelamin manusia.	Melalui proses kelahiran infeksi berasal dari ibu selama kelahiran.
5.	Kandida (keputihan)	Infeksi pada dinding vagina.	Kurang menjaga kebersihan diri, terutama vagina.
6.	AIDS	Rusaknya sel darah putih, pertahanan tubuh melemah.	Merusak sistem kekebalan tubuh paru-paru, kanker, kejadian fatal selama sakit. Penularan melalui darah, sperma, ASI.
7.	Trikomoniasis	Keluarnya cairan vagina berwarna putih encer, kuning kehijauan, berbusa dan busuk. Bibir kemaluan bengkak, merah, dan gatal.	Disebabkan oleh protozoa berflagel yaitu <i>Trikomonas vaginalis</i> . Hanya diderita wanita.
8.	Consdiloma akuminata (jengger ayam)	Satu atau beberapa kulit di sekitar kemaluan dapat menyebabkan kanker mulut rahim.	Disebabkan virus human papilloma.

No.	Penyakit	Gejala/tanda-tanda yang muncul	Keterangan
9.	Kutu pubis	Rasa gatal pada tempat sekitar kemaluan yang menghasilkan bercak keabu-abuan pada celana dalam.	Disebabkan kutu yang hidup di sekitar kemaluan, di rambut kemaluan, dan di ketiak.
10.	Candidiasis	Keputihan yang menyerupai keju disertai rasa gatal, lecet, dan iritasi di daerah bibir kemaluan disertai bau khas.	Disebabkan jamur <i>Candida albicans</i> bisa hidup di puting susu dan cairan vagina.

Di bawah ini terdapat beberapa cara untuk mencegah timbulnya penyakit kelamin, antara lain:

1. tidak melakukan kontak seksual dengan penderita penyakit kelamin,
2. menggunakan kondom selama melakukan kontak seksual, dan
3. hanya melakukan kontak seksual dengan pasangan (suami/istri) yang sah.

D. AIDS, PENCEGAHAN DAN PENULARAN PADA MANUSIA

1. Selayang Pandang tentang Aids

Tubuh mempunyai daya tahan alami yang membantu kita melawan penyakit. Salah satunya adalah sistem kekebalan. Tahun 1980-an mulai menyebar penyakit AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) yaitu suatu penyakit yang disebabkan oleh virus ARN (*Asam Ribonukleat*) yang disebut HIV (*Human Immunodeficiency Virus*). AIDS menyebabkan sistem kekebalan terus menurun atau tidak berfungsi dengan baik, sehingga dapat mengakibatkan kematian.

AIDS memiliki gejala-gejala penyakit yang disebabkan oleh infeksi berbagai macam kuman, sebagai akibat rusaknya kekebalan tubuh. Rusaknya kekebalan tubuh disebabkan HIV menyerang sel darah putih tertentu yang biasanya melindungi tubuh dari infeksi dan melemahkan sistem kekebalan tubuh. Seorang pengidap HIV tidak dapat melindungi dirinya sendiri dari segala jenis virus atau bakteri yang menyebabkan infeksi. Oleh karena itu pengidap HIV sering menderita pneumonia, TBC, dan kanker tertentu. Penyakit-penyakit ini disebut penyakit indikator yaitu penyakit berat yang menyertai penyakit AIDS.

• Penularan HIV

Penularan HIV terjadi melalui hubungan seksual dengan orang yang terinfeksi HIV. Penularan melalui anus atau dubur juga dapat terjadi, karena pembuluh darah di dalam anus telah mengandung HIV dan pecah. Transfusi darah yang mengandung HIV terbukti dapat menularkan HIV. Penggunaan jarum suntik, tindik, tato atau alat lain yang dapat menimbulkan luka dan telah tercemar HIV juga telah terbukti dapat menularkan HIV. Ibu hamil juga dapat menularkan HIV kepada janin yang dikandungnya. Jadi penularan HIV/AIDS terjadi melalui 4 cairan, yaitu: (a) darah; (b) cairan sperma; (c) cairan vagina; dan (d) ASI (Air Susu Ibu)

Kalau salah satu dari cairan tersebut sudah mengandung HIV dan masuk ke dalam tubuh kita, maka kita sudah dapat tertular.

- **Pencegahan AIDS**

Di dalam lingkungan keluarga sampaikan informasi yang sudah kalian ketahui ini kepada anggota keluarga yang lain, teman dan tetangga. Jika sehari-hari kalian menemukan informasi yang salah tentang AIDS, segera luruskan dengan cara yang benar supaya orang-orang tertarik dan juga memperbaiki informasi tersebut.

Di lingkungan sekolah mungkin kalian bisa mengusulkan kepada guru atau kepala sekolah agar diadakan diskusi atau seminar atau kegiatan lain yang berhubungan dengan pencegahan AIDS. Kegiatan yang berkait dengan pencegahan AIDS dapat juga kalian lakukan bersamaan dengan kegiatan sejenis seperti pencegahan narkoba, pendidikan keluarga, dan sebagainya.

AIDS memang bisa dicegah, dan langkah-langkah yang dapat diambil antara lain sebagai berikut.

- Menghindari hubungan seks dengan penderita AIDS atau tersangka AIDS
- Menghindari hubungan seks dengan banyak partner atau yang mempunyai banyak partner
- Menghindari hubungan seks dengan orang yang menyalahgunakan obat, khususnya narkotika.
- Mencegah orang yang termasuk resiko tinggi (homoseks, WTS, pecandu narkotik, dan sebagainya) untuk menjadi donor darah.

UJI PEMAHAMAN

1. Sebutkan 4 kebutuhan pokok embrio selama didalam rahim!
2. Apakah gejala-gejala penyakit gonore (kencing nanah) baik pada pria maupun pada wanita?
3. Apakah gejala-gejala penyakit jengger ayam dan sebutkan penyebabnya?
4. Apakah penyebab penyakit AIDS?
5. Bagaimana cara-cara penularan penyakit AIDS?

ANGKUMAN

1. Maksud dan tujuan organisme bereproduksi adalah agar mempunyai keturunan untuk melestarikan sifat-sifatnya.
2. Proses pembentukan sel-sel kelamin (gamet) di dalam alat reproduksi disebut gametogenesis.
3. Pada pembiakan secara kawin (generatif), terbentuknya individu baru didahului oleh pembuahan (fertilisasi), yaitu peleburan gamet jantan (sperma) dengan gamet betina (ovum).
4. Pada pria memiliki alat perkembangbiakan berupa sepasang testis, saluran sperma, dan penis.
Adapun pada wanita berupa sepasang ovarium, tuba fallopii, uterus, dan vagina.
5. Peristiwa penempelan zigot pada dinding rahim disebut implantasi.
6. Plasenta yaitu organ yang berfungsi untuk pertukaran zat maupun gas antara ibu dengan embrio.
7. Agar kelangsungan embrio di dalam rahim ibunya dapat terjamin dan terhindar dari benturan dan guncangan maka embrio berada di dalam kantong amnion yang berisi cairan amnion.
8. Pada embrio sebelum menjadi bayi atau terlahir mempunyai kebutuhan antara lain: perlindungan, makanan, oksigen, dan pembuangan sisa metabolisme.
9. Beberapa penyakit kelamin yang biasa diderita baik pria maupun wanita diantaranya: gonore, klamidia, sifilis, herpes, kandida, trikomoniasis, dan AIDS.
10. Virus ARN dapat menyebabkan penyakit AIDS.
11. Penularan HIV/AIDS terjadi melalui 4 cairan, yaitu darah, cairan vagina, cairan sperma, dan ASI.
12. Virus HIV menyerang sel darah putih sehingga kekebalan tubuh menurun atau hilang sama sekali.

I. Pilih salah satu jawaban yang paling benar

1. Proses pembentukan gamet di dalam alat reproduksi
 - a. spermatozoid
 - b. oogenesis
 - c. gametogenesis
 - d. sporulasi
2. Proses pembentukan sel sperma pada testis
 - a. spermatozoid
 - b. oogenesis
 - c. spermatogenesis
 - d. sporulasi
3. Pematangan sperma di testis terjadi di
 - a. dermis
 - b. epidermis
 - c. spinalis
 - d. epidermis
4. Penghasil sel sperma pada alat reproduksi pria adalah
 - a. testis
 - b. ovarium
 - c. vasdeferens
 - d. uterus
5. Penghasil ovum pada alat reproduksi wanita adalah
 - a. testis
 - b. ovarium
 - c. vasdeferens
 - d. uterus
6. Memasukkan sel sperma ke dalam tubuh wanita melalui
 - a. prostat
 - b. tuba fallopii
 - c. penis
 - d. vagina
7. Tempat masuknya penis saat perkawinan adalah
 - a. prostat
 - b. tuba fallopii
 - c. penis
 - d. vagina
8. Peristiwa pelepasan sel telur dari ovarium disebut
 - a. ovulasi
 - b. fertilisasi
 - c. polinasi
 - d. implantasi
9. Peristiwa penempelan zigot pada dinding rahim, disebut
 - a. ovulasi
 - b. fertilisasi
 - c. plinasi
 - d. implantasi
10. Organ yang berfungsi untuk pertukaran zat maupun gas antara ibu dengan embrio adalah
 - a. tali pusar
 - b. plasenta
 - c. amnion
 - d. oviduk
11. Panjang embrio sekitar 6 cm, kepala lebih besar dari badannya, mata, telinga, hidung, jari mulai terbentuk dan mengalami perkembangan. Hal ini ciri embrio manusia pada usia
 - a. 10 minggu
 - b. 8 minggu
 - c. 4 minggu
 - d. 32 minggu
12. Luka pada penis atau vagina, membahayakan jantung dan otak penderita. Ditularkan dari ibu ke fetusnya merupakan ciri-ciri penyakit kelamin
 - a. sipilis
 - b. gonore
 - c. herpes
 - d. AIDS
13. Penyakit AIDS disebabkan oleh virus
 - a. ARN
 - b. RBNA
 - c. Human papiloma
 - d. DNA

14. Virus HIV menyerang

- a. eritrosit
- b. leukosit
- c. trombosit
- d. getah bening

15. Orang dengan HIV/AIDS dengan istilah

- a. HIV negatif
- b. ODHA
- c. pneumonia
- d. sel T

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Apakah fungsi:
 - a. testis
 - b. ovarium
2. Setiap berapa hari wanita mengalami ovulasi?
3. Apakah fungsi tali pusar bagi embrio?
4. Disebabkan oleh apakah penyakit Candidiasis?
5. Apakah tanda-tanda penyakit kelamin Trikomoniasis dan sebutkan penyebabnya?

BAB 3

SISTEM KOORDINASI DAN ALAT INDERA PADA MANUSIA

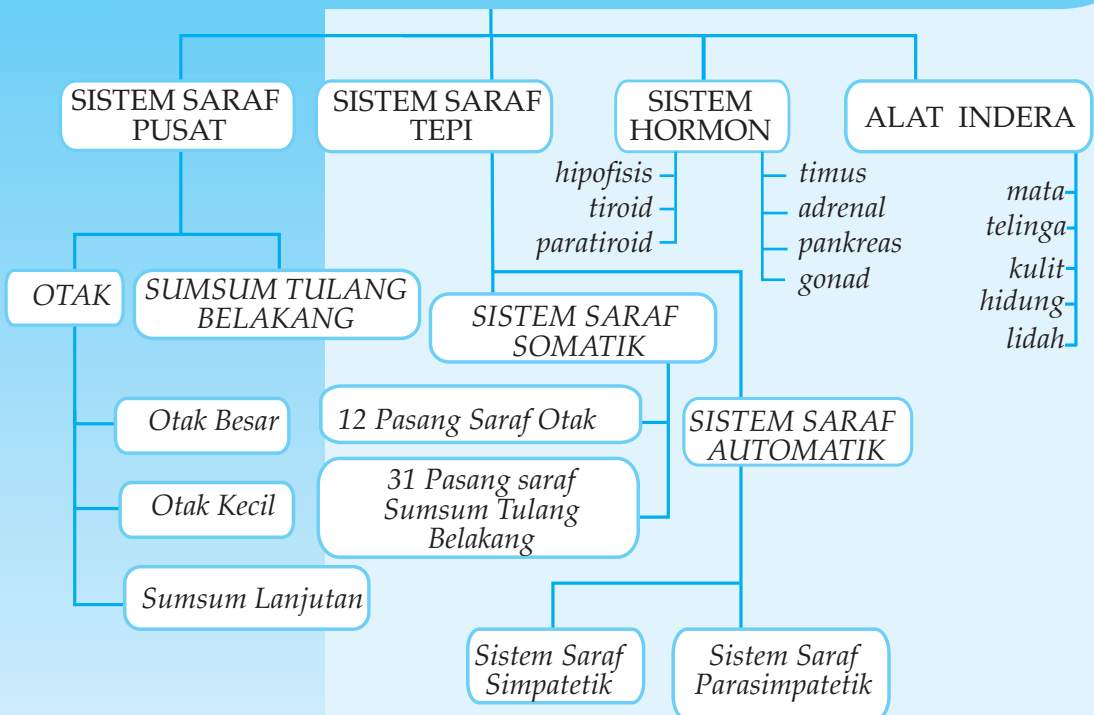
Standar Kompetensi:

Memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan sistem koordinasi dan alat indera pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

SISTEM SARAF DAN ALAT INDERA

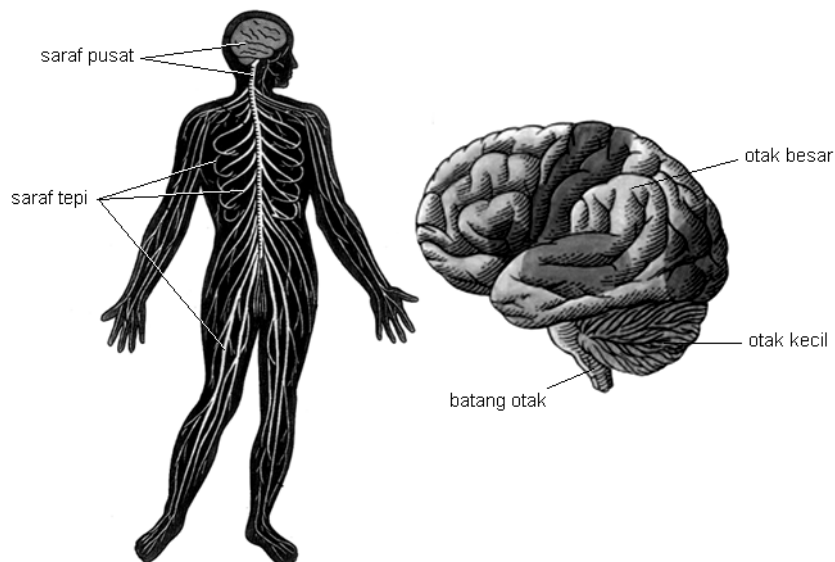


Tubuh manusia tersusun oleh berbagai sistem organ misalnya: sistem pencernaan, sistem transportasi, sistem pernapasan, sistem pengeluaran, dan sistem alat gerak. Setiap sistem terdiri atas berbagai organ yang bekerja sama secara teratur dan saling berhubungan. Untuk memperoleh keserasian kerja antara organ yang satu dengan organ yang lain diperlukan sistem pengatur dan pengendali atau sistem koordinasi.

Sistem koordinasi tersebut terdiri atas sistem saraf dan hormon. Keberadaan sistem saraf tersebut memungkinkan kita mampu menerima dan memberikan tanggapan terhadap berbagai rangsangan. Rangsangan atau stimulus yang datang pada tubuh kita dapat berupa panas, dingin, tekanan, sentuhan, dan lain-lain. Tanggapan atau reaksi yang diberikan dapat berupa gerakan, ucapan, dan lain-lain. Sistem saraf manusia terdiri atas sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Sistem saraf tepi terdiri atas semua serabut saraf yang berhubungan dengan otak dan sumsum tulang belakang (sumsum spinal).

Hormon adalah zat kimia yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin. Kelenjar ini tidak memiliki saluran hingga disebut juga kelenjar buntu.

A. SISTEM SARAF PADA MANUSIA



sumber: www.ama-assn.org

Gambar 3.1 Sistem saraf dan otak beserta bagian-bagiannya

Saraf membentuk suatu jaringan yang disebut jaringan saraf. Dengan kata lain, sistem saraf terdiri atas berjuta-juta sel saraf yang disebut *neuron*.

Fungsi sistem saraf pada manusia adalah sebagai berikut.

1. Mengatur organ-organ tubuh agar terjadi keserasian.
2. Menerima rangsangan sehingga kita dapat mengetahui dengan cepat keadaan dan perubahan yang terjadi di sekitar kita.
3. Mengendalikan dan memberikan reaksi terhadap rangsangan yang terjadi pada tubuh kita.

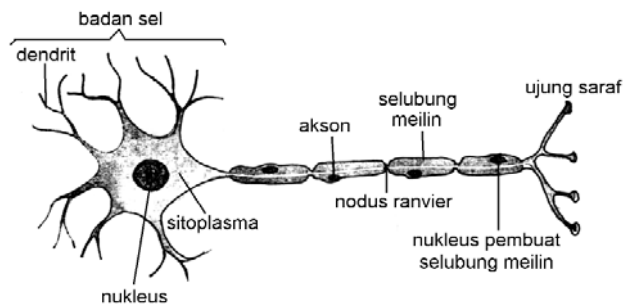
Alat tubuh yang berfungsi sebagai reseptor rangsangan adalah indera. Indera adalah bagian tubuh yang memiliki ujung saraf sensori yang peka terhadap rangsangan tertentu. Saraf sensori akan meneruskan rangsang ke saraf pusat. Dari saraf pusat, tanggapan akan disampaikan ke *efektor* melalui saraf motor. Efektor adalah jaringan yang bereaksi terhadap rangsangan, misalnya otak dan kelenjar. Reaksi atau tanggapan oleh efektor dapat berupa gerakan, ucapan, dan sekresi kelenjar.

Rangsangan adalah perubahan lingkungan yang dapat diterima oleh reseptor. Menurut asalnya rangsangan dibedakan menjadi dua, yaitu rangsangan dari luar tubuh misalnya: suara, cahaya, bau, panas, dan tekanan, serta rangsangan dari dalam tubuh, misal: lapar, haus, dan nyeri. Menurut jenisnya rangsangan dibedakan menjadi rangsangan mekanis, kimiawi, dan fisis. Rangsangan mekanis misalnya sentuhan dan tekanan. Rangsangan kimiawi misalnya: rasa manis, pahit, asam, dan bau. Rangsangan fisis misalnya: suhu, listrik, gravitasi, cahaya, dan suara. Urutan jalannya rangsang adalah sebagai berikut.

Rangsang → reseptor → saraf sensori → saraf pusat → saraf motor → efektor → gerak/ucapan/kesan.

1. Sel Saraf (Neuron)

Sel-sel saraf atau neuron adalah sel yang peka terhadap rangsang dan mampu menghantarkan rangsang. Bentuk dan ukuran sel saraf bermacam-macam tergantung pada letak dan fungsinya di dalam tubuh. Untuk mengenal bentuk dan bagian-bagian neuron perhatikan gambar berikut!



Gambar 3.2 Bentuk neuron yang kecil dan panjang membantu menjalankan fungsinya mengirim pesan

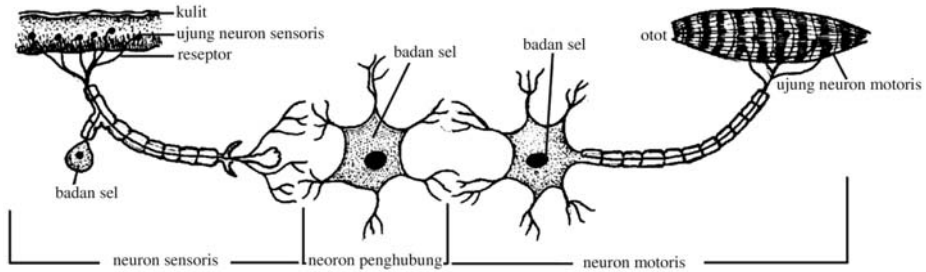
Sel saraf mempunyai bagian-bagian sebagai berikut.

- Dendrit, tonjolan protoplasma pada badan sel yang bercabang-cabang, berfungsi untuk menerima dan menghantarkan impuls saraf dari luar ke sel.
- Badan sel, merupakan pengendali kerja sel saraf, mempunyai inti sel dan sitoplasma yang banyak mengandung mitokondria.
- Neurit (akson), merupakan juluran yang panjang dari badan sel. Neurit berfungsi mengantarkan rangsangan dari badan sel ke sel saraf lainnya.

Neurit disebut juga serabut saraf dibungkus oleh selubung mielin yang tersusun atas lemak dan permukaan luarnya terdapat sel-sel Schwann. Selubung mielin tidak membungkus sepanjang neurit ada bagian tertentu yang tidak terselubung dan terjadi suatu penyempitan yang disebut nodus ranvier. Selubung mielin juga tidak menyelubungi ujung neurit. Ujung neurit sel saraf lain akan bersambung dengan ujung dendrit. Persambungan ini disebut sinapsis.

2. Macam-macam Sel Saraf

Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibedakan menjadi 3 macam, yaitu sel saraf indera (sensori), sel saraf penggerak (motor) dan sel saraf penghubung (konektor).



Gambar 3.3 Tipe-tipe sel saraf

a. Sel Saraf Sensori

Sel saraf sensori disebut juga sel saraf indera, karena saraf ini berfungsi membawa rangsangan (impuls) dari indera ke saraf pusat/otak dan sumsum tulang belakang.

b. Sel Saraf Motor

Sel saraf motor atau sel saraf penggerak berfungsi membawa rangsangan (impuls) dari saraf pusat ke otak atau kelenjar.

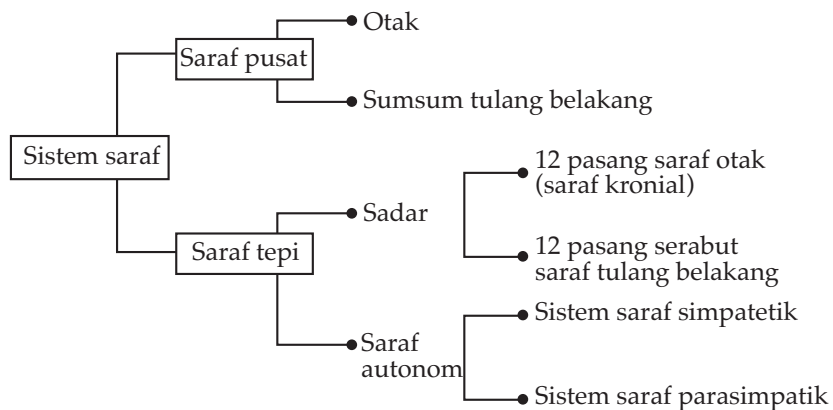
c. Sel Saraf Penghubung

Sel saraf penghubung berfungsi untuk meneruskan rangsangan dari saraf sensori ke saraf motor. Sel saraf penghubung banyak terdapat di dalam otak dan sumsum tulang belakang.

Pada tempat tertentu, badan sel saraf terkumpul membentuk simpul saraf yang disebut *ganglion*. Disebut simpul saraf karena bentuk saraf ini menyerupai simpul dari tali.

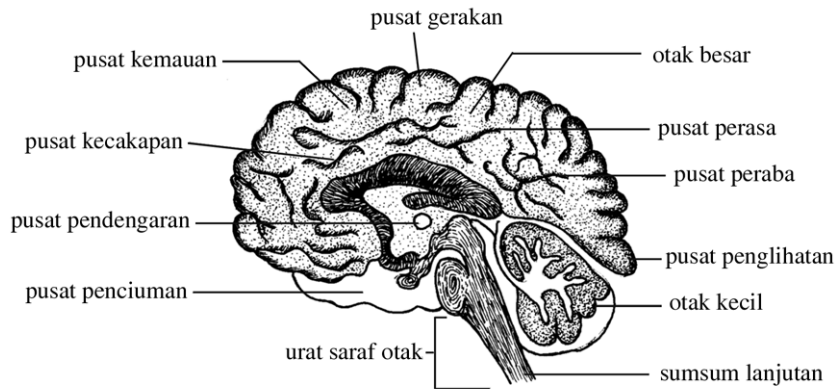
3. Sistem Saraf Pusat

Sebelum mempelajari sistem saraf lebih lanjut, kita pelajari dahulu sistem saraf manusia secara keseluruhan. Secara sistematis skema sistem saraf adalah sebagai berikut.



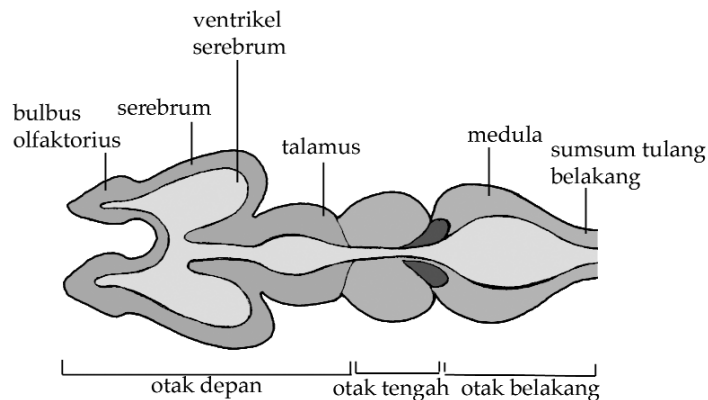
Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Otak dilindungi oleh tengkorak, sedangkan sumsum tulang belakang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang. Sistem saraf pusat tersebut dilindungi oleh selaput meninges.

a. Otak



Gambar 3.4 Pusat pengendalian pada otak manusia

Otak merupakan pusat saraf utama dan terletak di dalam rongga tengkorak. Volum otak orang dewasa sekitar 1.500 cm³. Pada waktu embrio, otak manusia dibedakan menjadi 3 bagian yaitu otak depan, otak tengah, dan otak belakang. Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan tubuh, otak pun berkembang. Otak depan berkembang menjadi otak besar (*serebrum*), otak tengah berukuran kecil dan merupakan penghubung antara otak depan dan otak belakang. Otak belakang terdiri atas otak kecil (*serebelum*) dan sumsum lanjutan.



sumber: Erlangga, 2003

Gambar 3.5

Otak manusia terdiri atas otak depan, otak tengah, dan otak belakang.

1) Otak Besar (*Serebrum*)

Otak besar (*serebrum*) merupakan bagian terbesar dari otak manusia. Otak besar terdiri atas 2 belahan, yaitu belahan kiri dan belahan kanan. Belahan kiri mengatur dan melayani tubuh bagian kanan. Sebaliknya belahan kanan mengatur dan melayani tubuh bagian kiri. Otak besar tersusun atas dua lapisan, yaitu lapisan luar dan lapisan dalam.

- a) Lapisan luar (korteks) berwarna abu-abu. Permukaan lapisan ini berlipat-lipat, hingga permukaannya luas. Pada lapisan ini terisi badan sel saraf dan berbagai macam pusat saraf.
- b) Lapisan dalam berwarna putih dan banyak mengandung serabut saraf yaitu dendrit dan neurit.

Fungsi otak besar yaitu:

- untuk berfikir,
- pusat kesadaran dan kemauan,
- pusat ingatan, serta
- pengendalian ingatan, misal bergerak, mendengar, dan membau.

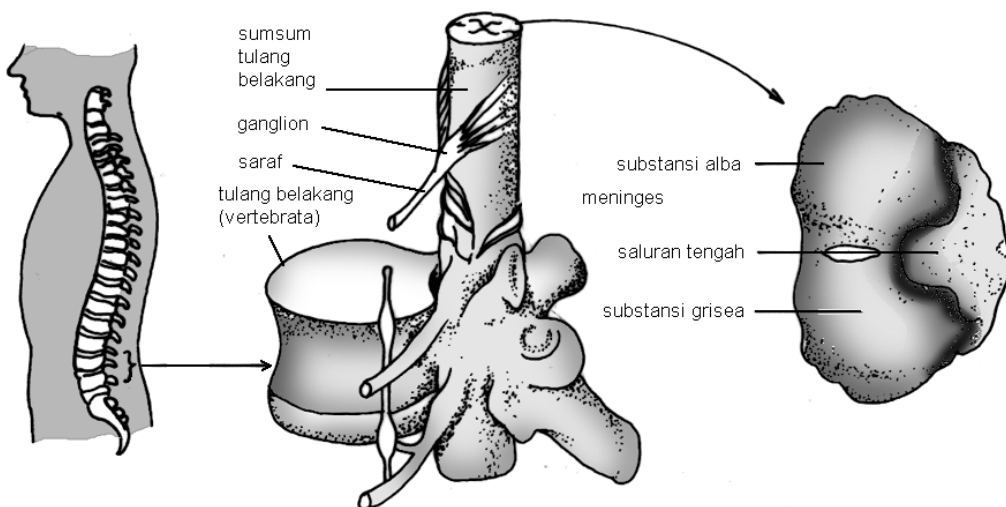
2) Otak Kecil (*Serebelum*)

Serebelum terdiri atas 2 belahan, yaitu belahan kanan dan belahan kiri yang dihubungkan oleh jembatan varol yang terletak di bagian depan otak kecil. Otak kecil berfungsi untuk mengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasikan otot-otot sebagai alat gerak. Benturan pada otak kecil dapat mengganggu keseimbangan tubuh. Jika otak kecil terpukul, keseimbangan tubuh akan terganggu.

3) Sumsum Lanjutan (*Medula Oblongata*)

Sumsum lanjutan atau sumsum penghubung merupakan penghubung antara otak kecil dengan sumsum tulang belakang. Sumsum ini terletak di depan otak kecil dan di bawah otak besar. Berfungsi untuk mengatur pernapasan, denyut jantung, suhu tubuh, tekanan darah, dan kegiatan tubuh lain yang tak sadar.

b. Sumsum Tulang Belakang (Sumsum Spinal)



sumber: Diolah dari Starr, *Biology; Concept and Applications* (2006: 495)

Gambar 3.6 Penampang dan struktur sumsum tulang belakang

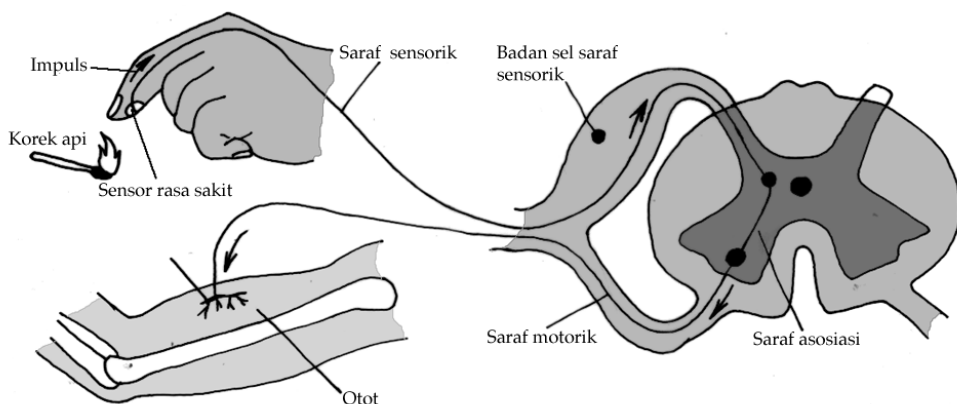
Sumsum tulang belakang terletak di dalam rongga tulang belakang. Memanjang mulai dari ruas leher sampai ruas pinggang yang kedua. Sumsum ini berhubungan dengan sumsum penghubung. Sumsum ini terdiri atas beribu-ribu neuron. Sumsum tulang belakang mempunyai bagian materi kelabu yang berisi kumpulan badan saraf, terletak di sebelah dalam sumsum itu. Bagian materi putih berisi kumpulan serabut saraf yang terletak di sebelah luar. Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai penghubung impuls dari dan ke otak serta memungkinkan terjadinya gerak secara cepat atau gerak reflek.

Pada umumnya, perjalanan rangsang pertama kali diterima reseptor. Kemudian, rangsang dihantarkan melalui saraf sensorik ke otak. Sesudah diolah di otak, tanggapan terhadap rangsang akan dihantarkan melalui saraf motoris ke efektor. Secara sederhana, proses perjalanan rangsang dapat digambarkan sebagai berikut.

Reseptor → saraf sensorik → otak → saraf motoris → efektor

Hasil rangsangan tersebut, menimbulkan gerak biasa. Adakalanya rangsang itu diolah oleh pusat saraf terlebih dahulu, tetapi melalui jalan yang terpendek. Peristiwa ini disebut gerak reflek spontan. Jalan terpendek yang ditempuh suatu gerak refleks disebut lengkung refleks. Lengkung refleks dapat pula dilakukan hanya oleh dua buah saraf. Secara sederhana, jalan rangsang gerak refleks tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

Reseptor → saraf sensoris → neuron perantara atau konektor → saraf motoris → efektor



sumber: Depdiknas, 2002

Gambar 3.7 Lintasan gerak reflek

Lintasan refleks teridri dari dua jalur yang berbeda. Jalur refleks mata tidak melalui sumsum tulang belakang, namun langsung ke otak dan otak memberikan tanggapan di luar kendali kemauan sadar manusia. Lintasan refleks ini disebut *lintasan refleks kranialis*. Sementara itu, refleks lutut melewati sumsum tulang belakang sehingga disebut *lintasan refleks spinalis*.

Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai:

- pusat gerak refleks,
- penghantar impuls sensoris dari indera ke otak, serta
- penghantar impuls motor dari otak ke otot tubuh.

UJI PEMAHAMAN

1. Tergolong sistem saraf apakah otak dan sumsum tulang belakang itu?
2. Dihasilkan oleh kelenjar apakah hormon?
3. Disebut apakah sel saraf?
4. Berupa apakah alat tubuh yang berfungsi sebagai reseptor rangsangan ?
5. Bagaimana urutan jalannya rangsangan?
6. Terdiri dari bagian-bagian apa sajakah sel saraf (neuron) itu?
7. Apakah yang dimaksud dengan ganglion?
8. Di manakah letak sumsum tulang belakang manusia?

4. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi merupakan saraf penghubung antara sistem saraf pusat dengan organ-organ tubuh. Sistem saraf tepi meliputi alur saraf sensori dan saraf motor. Alur saraf motor dibagi menjadi sistem saraf sadar (somatik) dan sistem saraf tak sadar (autonom). Sistem saraf tak sadar terbagi menjadi sistem saraf simpatetik dan parasimpatetik.

a. Sistem Saraf Sadar (Somatik)

Sistem saraf sadar terdiri atas sistem saraf kepala (kranial) dan sistem saraf tulang belakang (spinal).

- 1) Sistem saraf kranial, terdiri atas 12 pasang saraf otak yang keluar dari otak dan menuju ke alat tubuh atau otot tertentu. Misalnya menuju ke indera penglihatan, pendengar, pembau, pengecap, dan peraba.
- 2) Sistem saraf spinal, terdiri atas 31 pasang saraf sumsum tulang belakang yang keluar secara berpasangan dari sela-sela ruas tulang belakang. Setiap pasang saraf sumsum tulang belakang berhubungan dengan bagian-bagian tubuh antara lain: tangan, kaki, dan otot lurik.

b. Sistem Saraf Tak Sadar

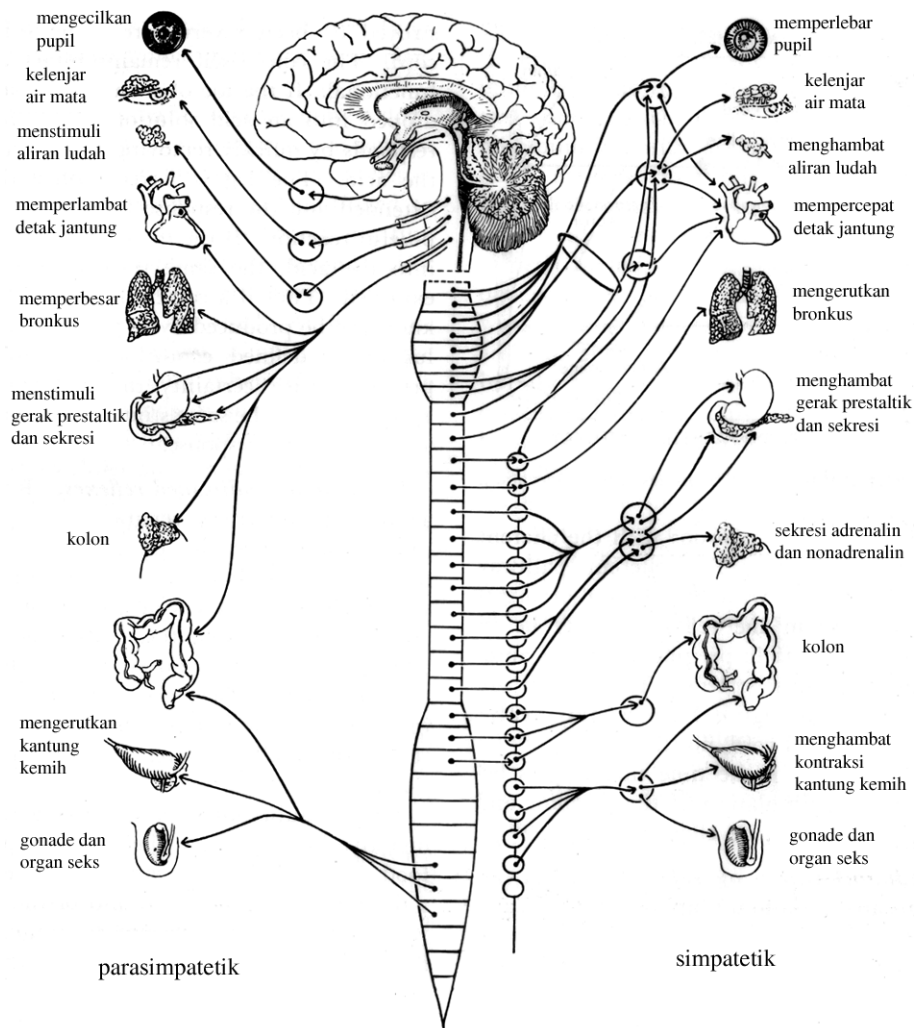
Sistem saraf tak sadar (autonom) bekerja secara otomatis dan tidak di bawah kehendak saraf pusat. Saraf tak sadar terletak di sumsum tulang belakang. Sistem saraf autonom terdiri atas sistem saraf simpatetik dan sistem saraf parasimpatetik. Setiap saraf tersebut bekerja berlawanan satu dengan lainnya. Jika saraf simpatetik berfungsi mempercepat denyut jantung, memperlebar pembuluh darah, dan mempertinggi tekanan darah maka saraf parasimpatetik berfungsi sebaliknya.

1) Sistem Saraf Simpatetik

Sistem saraf simpatetik terdiri atas 25 pasang simpul saraf (ganglion) yang terletak di sepanjang tulang belakang sebelah depan, mulai dari ruas tulang leher sampai tulang ekor. Ganglion-ganglion bersambungan membentuk 2 deretan yaitu deretan kiri dan kanan. Tiap-tiap ganglion mempunyai urat yang keluar menuju ke paru-paru, ginjal, jantung, pembuluh darah, dan alat pencernaan.

2) Sistem Saraf Parasimpatetik

Sistem saraf parasimpatetik umumnya bekerja dalam keadaan normal. Fungsi susunan saraf parasimpatetik merupakan kebalikan dari fungsi saraf simpatetik. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini.



sumber: Principles of Biology

Gambar 3.9 Perbedaan fungsi saraf simpatetik dan saraf parasimpatetik

UJI PEMAHAMAN

Apa sajakah fungsi saraf simpatetik dan saraf parasimpatetik?

B. SISTEM HORMON

Hormon berasal dari kata Yunani, *hormein*, yang berarti memacu atau menggalakkan. Hormon adalah senyawa khas yang dihasilkan oleh organ tubuh tertentu. Bekerjanya memacu fungsi organ tubuh tertentu sehingga akan terlihat hasilnya. Artinya meskipun dibutuhkan dalam jumlah terbatas, namun fungsinya cukup menentukan.

Hormon di tubuh kita dihasilkan oleh kelenjar endokrin. Kelenjar tersebut tidak memiliki saluran khusus, sehingga hormon yang dihasilkan langsung diedarkan oleh darah. Proses pengeluaran hormon dari kelenjar disebut *inkresi*.

Secara umum, fungsi hormon adalah sebagai berikut.

- mengontrol pertumbuhan tubuh;
- mengatur reproduksi yang meliputi perkembangan sifat kelamin sekunder pada laki-laki dan perempuan;
- mempertahankan *homeostasis* (keseimbangan keadaan tubuh dengan lingkungan sekitar);
- mengintegrasikan dan mengordinasikan kegiatan antara sistem hormon dan saraf.

Macam-macam hormon dan fungsinya

No.	Macam Kelenjar	Hormon yang dihasilkan	Fungsinya
1.	Hipofisis (pituitari)	Adrenotropin Tirotropin Prolaktin Gonadotropin Somatotropin Vasopresin Oksitosin	Mempengaruhi kerja kelenjar anak ginjal (adrenal). Mempengaruhi kerja kelenjar gondok (tiroid). Mempengaruhi kerja kelenjar air susu. Mempengaruhi kerja kelenjar kelamin. Merangsang pertumbuhan tubuh. Merangsang reabsorpsi air. Membantu proses kelahiran.
2.	Tiroid	Tiroksin Trilodotironin Kalsitonin	Mempengaruhi proses metabolisme. <ul style="list-style-type: none"> Proses produksi panas oksidasi sel-sel tubuh. Proses pertumbuhan dan perkembangan mental. Kematangan seks. Distribusi air dan garam dalam tubuh. Mengubah glikogen menjadi glukosa. Menjaga keseimbangan kalsium dalam darah.

No.	Macam Kelenjar	Hormon yang dihasilkan	Fungsinya
3.	Paratiroid	Paratormon	Mengatur kadar kalsium dalam darah.
4.	Timus	Sekresinya lebih tepat dikelompokkan dalam getah bening (limfa)	Sekresinya hanya berfungsi pada waktu pertumbuhan, setelah dewasa tidak berfungsi lagi. Berperan pada proses terjadinya proses imunitas tubuh dan pertumbuhan limfosit.
5.	Adrenal	Kortikoid Androgen Adrenalin Glukokortikoid	Menyerap natrium dari darah sekaligus mengatur reabsorpsi air pada ginjal. Menentukan sifat kelamin sekunder pada laki-laki <ul style="list-style-type: none"> • Memudahkan dan mengurangi arus darah ke otot dan otak. • Meningkatkan tekanan darah. Menaikkan kadar glukosa dalam darah juga mengubah protein menjadi glikogen, seterusnya glikogen diubah menjadi glukosa.
6.	Pankreas	Insulin	Menurunkan kadar glukosa dalam darah.
7.	Gonad laki-laki (Testis)	Testosteron	Mempengaruhi timbulnya sifat kelamin sekunder pada laki-laki.
8.	Gonad perempuan (Ovarium)	Estrogen dan Progesteron	Menebalkan dinding uterus yang berkaitan dengan persiapan penerimaan sel telur (ovum) yang sudah masuk untuk dibuahi.



Kegiatan 3.1 Skema/Bagan Sistem Saraf Manusia

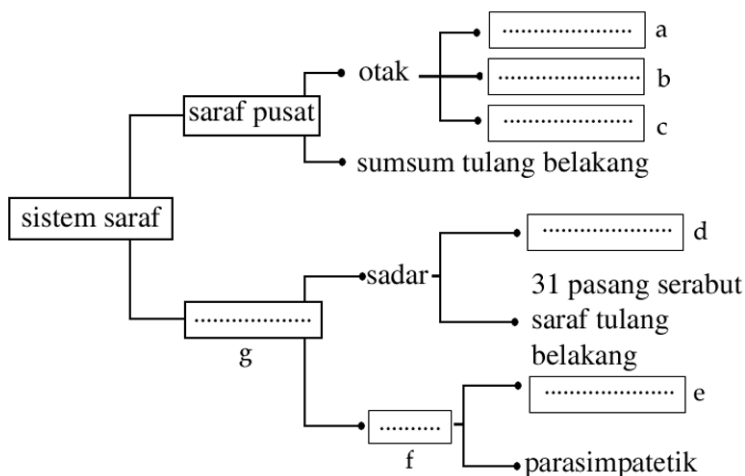
Tujuan : Membuat bagan sistem saraf manusia

Alat dan bahan : Buku paket, buku penunjang yang relevan, dan alat tulis

Langkah kerja :

1. Bacalah buku paket dan buku penunjang lain yang relevan dengan pembahasan sistem saraf manusia!
2. Bekerjalah secara kelompok!
3. Lengkapilah skema/bagan sistem saraf manusia di bawah ini!
4. Kumpulkan sebagai bahan portofolio!

Skema Susunan Saraf pada Manusia

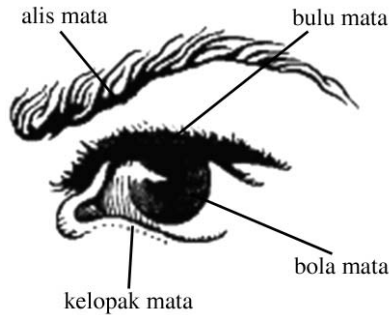


C. SISTEM INDERA PADA MANUSIA

Tubuh kita dilengkapi dengan organ penerima rangsangan dari luar berupa sistem indera. Setiap indera terdiri atas alat penerima rangsangan dan urat saraf yang membawa rangsangan tersebut ke pusat saraf.

Indera hanya dapat berfungsi dengan sempurna bila tidak ada gangguan pada alat penerima rangsangan, urat saraf penghubung dengan pusat, saraf, dan pusat saraf di otak. Manusia mempunyai 5 macam indera, yaitu indera penglihatan (mata), indera pendengaran (telinga), indera peraba (kulit), indera pembau (hidung), dan indera pengecap (lidah). Berikut ini akan kita pelajari alat indera manusia satu demi satu.

1. Mata



sumber: Depdiknas, 2003

Gambar 3.9 Mata sebagai alat penglihatan

Mata kita berjumlah sepasang, terletak di dalam rongga mata yang dilindungi oleh tulang tengkorak, kelopak mata, bulu mata, dan kelenjar air mata, kelenjar ini melindungi mata dari kekeringan, membersihkan permukaan bola mata dari debu dan kotoran, serta membunuh mikroba.

Pada dasarnya, bola mata dapat digerakkan ke kiri dan ke kanan, ke atas dan ke bawah, serta berputar. Dengan demikian mata dapat digerakkan ke segala arah karena adanya otot mata yang menggerakkannya. Apabila otot mata terganggu, dapat mengakibatkan mata juling. Mata yang normal dapat menyesuaikan diri dengan sinar yang mengenainya. Kemampuan ini disebut daya akomodasi mata.

Bola mata berdiameter lebih kurang 2,5 cm. Lima per enam bagiannya terbenam dalam rongga mata dan hanya seperenam yang tampak dari luar.

Bola mata terbagi menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan pertama (*tunica fibrosa*), lapisan kedua (*tunica vasculosa*), dan lapisan ketiga (*tunica nervosa*).

a. Lapisan Pertama

Lapisan pertama terdiri atas bagian sklera dan kornea. Sklera berwarna putih dan tidak tembus cahaya, sedangkan kornea bening dan tembus cahaya.

b. Lapisan Kedua

Lapisan kedua merupakan lapisan tengah bola mata. Bagian ini tersusun dari bagian depan ke belakang yaitu iris, korpus siliaris, dan koroid.

Iris adalah selaput antara lensa dan kornea mata. Lubang bulat di tengah iris disebut pupil. Iris atau selaput pelangi mengandung banyak pembuluh darah dan pigmen. Banyaknya pigmen menentukan warna mata. Jika pigmen sedikit, warna iris akan menjadi biru. Sebaliknya, jika pigmen bertambah, mata berwarna abu-abu, cokelat, dan hitam. Iris berfungsi sebagai diafragma. Apabila cahaya redup di sekitar mata, iris akan berkontraksi sehingga lubang pupil melebar. Sementara itu, jika cahaya kuat yang masuk ke mata, lubang pupil akan menyempit.

c. Lapisan Ketiga

Retina mata berfungsi untuk menangkap bayangan benda. Hal ini karena pada retina terdapat sel reseptor, yaitu sel yang banyak mengandung zat warna dan sensitif terhadap cahaya.

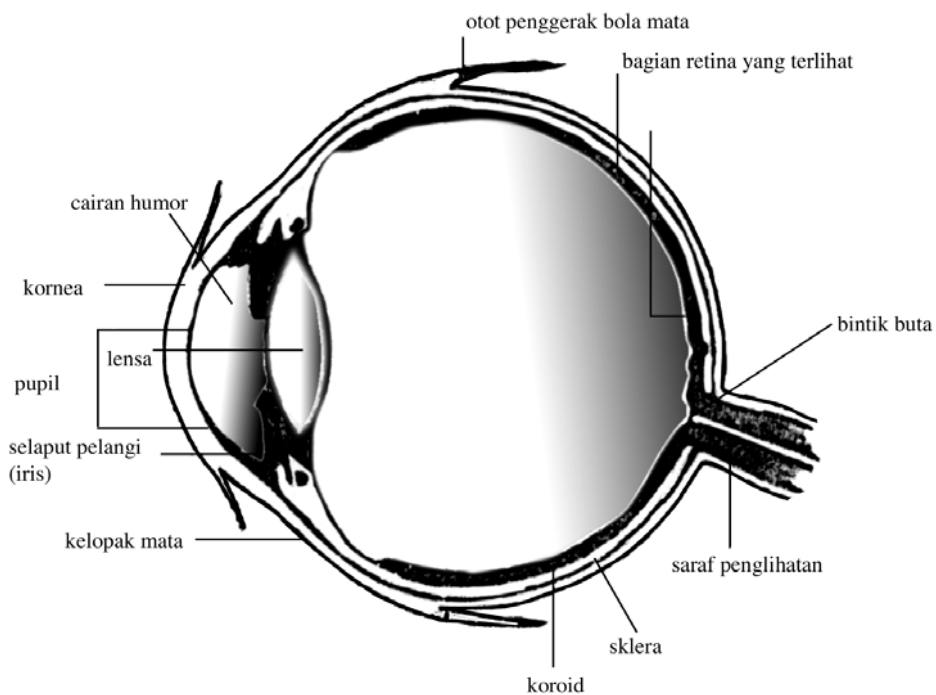
Sel reseptor terdiri atas sel batang dan sel kerucut. Sel batang diperlukan untuk penglihatan pada cahaya remang-remang, sedangkan sel kerucut diperlukan untuk penglihatan pada waktu terang dan untuk melihat warna.

Sel kerucut paling banyak terdapat pada *fovea centralis*, yaitu suatu lekukan pada bintik kuning yang terletak tepat pada sumbu penglihatan mata. Dengan demikian agar kita dapat melihat suatu benda dengan jelas maka bayangan benda harus jatuh tepat pada bintik kuning.

Selain bintik kuning, pada retina juga terdapat bintik buta, pada bagian ini tidak terdapat sel kerucut dan sel batang. Akibatnya, bila cahaya jatuh ke daerah bintik buta tidak akan terlihat apa-apa.

Pada bola mata terdapat lensa yang terletak di belakang pupil dan iris. Lensa mata diikat oleh otot suspensor, lensa mata berbentuk konveks, bersifat transparan dan terdiri atas lapisan-lapisan serat protein.

Pada bagian belakang lensa dari bola mata terdapat suatu zat seperti jeli yang disebut *vitreus*. Zat ini berfungsi mempertahankan tekanan di dalam bola mata agar bola mata tetap bundar, tidak kempes. Adapun bagian depan lensa berisi cairan yang disebut cairan humor. Cairan ini berfungsi memberi makan kornea dan lensa.

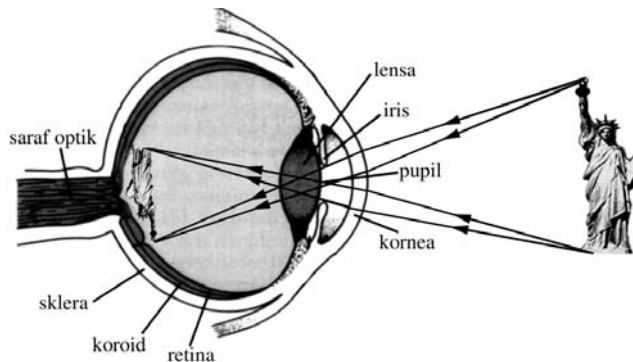


sumber: Depdiknas, 2003

Gambar 3.10 Struktur bola mata

Agar uraian tentang indera penglihatan ini lebih jelas, mari kita pelajari mekanisme melihat serta kerusakan dan gangguan penglihatan.

1) Mekanisme melihat



Gambar 3.11 Mekanisme melihat

Bagaimanakah cara kita melihat? Suatu benda dapat terlihat dengan jelas kalau ada cahaya di sekitarnya. Cahaya akan dipantulkan oleh benda dan diterima oleh mata. Proses melihat dapat diterangkan sebagai berikut: cahaya yang dipantulkan oleh benda → ditangkap oleh kornea → melewati pupil → lensa → retina.

Bayangan benda yang diterima oleh retina, bersifat nyata, diperkecil, dan terbalik. Kemudian, bayangan diubah menjadi impuls sensoris dan dibawa oleh saraf optikus menuju pusat penglihatan di otak. Selanjutnya impuls diterjemahkan menjadi kesan melihat.

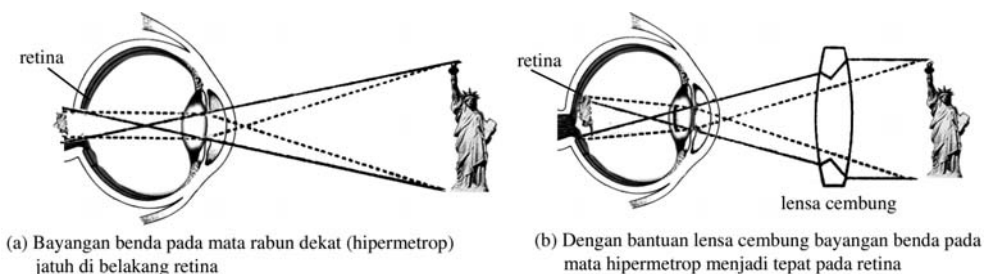
2) Kerusakan dan gangguan penglihatan

Apa akibatnya jika terjadi gangguan penglihatan? Mata yang normal (emetrop) mampu melakukan akomodasi dengan baik. Agar benda dapat dilihat dengan jelas, bayangan benda harus difokuskan pada bintik kuning. Berikut ini akan kita pelajari beberapa gangguan penglihatan.

a) Rabun jauh (miop)

Rabun jauh adalah kelainan pada mata di mana mata hanya mampu melihat jelas pada jarak dekat dan tidak dapat melihat jelas pada jarak jauh. Pada dasarnya, rabun jauh disebabkan lensa mata terlalu cembung atau bola mata terlalu panjang. Oleh sebab itu, bayangan benda jatuh di depan retina. Gangguan ini dapat ditolong dengan lensa cekung atau lensa minus.

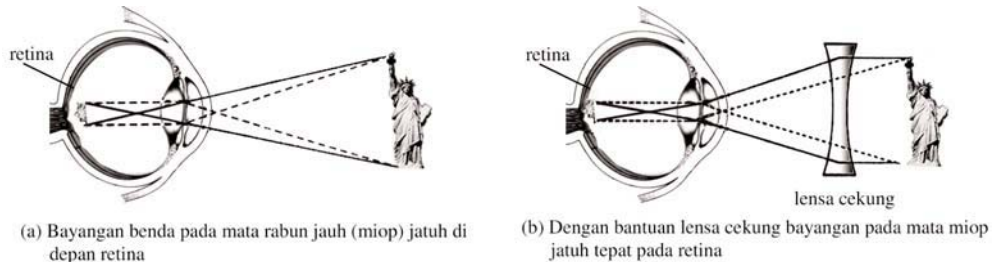
Dapatkah kalian menjelaskan mengapa Ani tidak dapat melihat jelas tulisan dari jarak jauh? Ditolong dengan apa jika demikian?



Gambar 3.12 Rabun jauh

b) Rabun dekat (Hipermetrop)

Rabun dekat adalah kelainan pada mata di mana mata hanya mampu melihat jelas pada jarak jauh dan tidak dapat melihat jelas pada jarak dekat. Rabun dekat disebabkan lensa mata terlalu pipih atau bola mata terlalu pendek sehingga bayangan jatuh di belakang retina. Rabun ini dapat ditolong dengan lensa cembung atau lensa plus.



Gambar 3.13 Rabun dekat

c) Buta warna

Buta warna adalah kelainan pada mata karena tidak dapat membedakan warna-warna tertentu. Kelainan ini bersifat menurun terutama pada laki-laki.

d) Katarak

Katarak adalah kelainan karena terjadinya pengeruhan lensa mata. Gangguan ini biasanya ditolong dengan operasi dan dapat dilakukan penggantian lensa mata dengan lensa buatan.

e) Rabun senja

Rabun senja biasanya terjadi pada anak-anak karena kekurangan vitamin A. Gejala ini ditandai dengan terganggunya penglihatan pada senja hari. Apabila gangguan ini dibiarkan berlarut-larut akan timbul bintik putih (bilot spot) pada mata. Kemudian, diikuti dengan mengeringnya kornea mata dan akhirnya mengalami kerusakan kornea mata (keratomalasi).

f) Presbiop

Presbiop biasa dialami oleh orang berusia lanjut, disebabkan karena lensa mata terlalu pipih dan daya akomodasinya sudah lemah. Gangguan mata presbiopi dapat dibantu dengan memakai kacamata rangkap.

g) Astigmatisma (mata silindris)

Astigmatisma cacat mata yang disebabkan kecembungan kornea tidak rata, hingga sinar sejajar yang datang tidak dapat difokuskan ke satu titik.

UJI PEMAHAMAN

1. Apa sajakah kelima indera yang dimiliki manusia itu?
2. Apakah fungsi kelenjar air mata?
3. Apakah pengertian akomodasi mata itu?
5. Bagaimana urutan proses dapat melihat suatu benda?
5. Apakah pengertian dari: rabun jauh, rabun dekat dan rabun senja?

2. Telinga

Telinga adalah alat indera pendengaran yang peka terhadap rangsangan getaran bunyi. Jika sejak lahir indera pendengaran tidak berfungsi maka orang tersebut selain tuli juga bisu. Mengapa demikian? Telinga manusia terdiri atas 3 bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Berikut ini kita pelajari bagian-bagian telinga beserta fungsinya.

a. Bagian-bagian Telinga

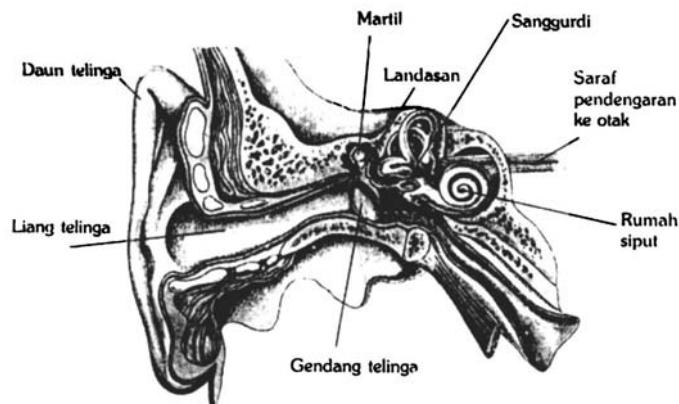
1) Telinga luar

Telinga luar terdiri atas daun telinga (pinan) dari tulang rawan yang berfungsi untuk mengumpulkan getaran suara dan tabung telinga luar. Batas terdalam telinga luar merupakan selaput tipis atau gendang telinga yang disebut *membran timpani* atau *gendang telinga*.

2) Telinga tengah

Telinga tengah berupa rongga kecil yang berisi udara. Rongga ini terletak di sebelah dalam membran timpani. Pada bagian ini terdapat tulang pendengaran, yaitu martil (*maleus*), landasan (*incus*), dan sanggurdi (*stapes*). Di dalam rongga telinga tengah terdapat saluran *eusthacius*. Saluran ini menghubungkan telinga dengan rongga mulut untuk menyeimbangkan tekanan udara luar dengan telinga tengah.

3) Telinga dalam



sumber: Ilmu pengetahuan tubuh manusia

Gambar 3.14 Struktur telinga

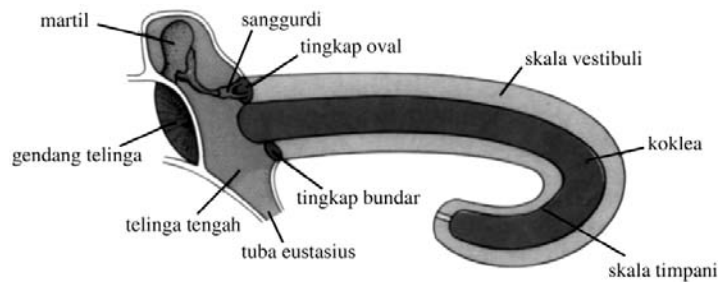
Telinga dalam merupakan penerima rangsang. Telinga dalam terdiri atas saluran yang berlekuk-lekuk dan menyerupai rumah siput. Bagian ini disebut *koklea* yang berisi cairan perilimfe. Di dalam koklea terdapat ujung-ujung urat saraf yang berhubungan dengan urat saraf pendengaran yang menuju ke otak, yaitu organ korti. Pada telinga dalam juga terdapat alat keseimbangan yang berupa tiga buah saluran setengah lingkaran. Saluran ini disebut *kanalis semisirkularis*. Pada saluran ini setiap saluran setengah lingkaran tegak lurus satu dengan yang lainnya. Saluran ini merupakan alat keseimbangan dinamis tubuh, yaitu keseimbangan tubuh terhadap gerakan berbagai arah. Misalnya, berputar, jatuh, dan percepatan.

b. Proses Mendengar

Suara yang didengar oleh manusia berkisar antara 20-20.000 Hz.

Hal ini menimbulkan impuls sensori. Begitu seterusnya sampai pusat pendengaran di otak besar. Dengan demikian, kita dapat mendengar. Jadi, kesimpulan proses mendengar dapat disusun sebagai berikut.

Bunyi/Suara → daun telinga → liang telinga → gendang telinga → martil → landasan → sanggurdi → tingkap jorong → cairan limfe → rumah siput bergetar → ujung saraf terangsang → saraf pendengaran → otak besar → di-olah (diproses) → mendengar bunyi.



sumber: Biology Barrett

Gambar 3.15 Fisiologi pendengaran



Kegiatan 3.2 Bunyi/Suara dan Arahnya

Tujuan : Menguji kemampuan seseorang dalam menentukan arah datangnya sumber bunyi.

Alat dan bahan : Kertas, pensil, dan siswa sebagai peraga.

Langkah kerja :

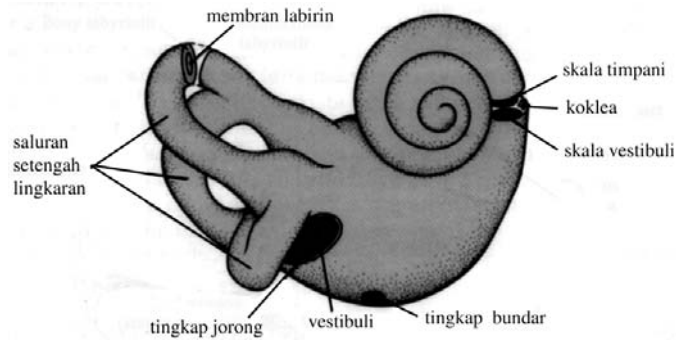
1. Mintalah salah satu dari kalian duduk di kursi dengan mata tertutup!
2. Bunyikan jari kalian di atas kepala temanmu tadi. Mintalah dia untuk menentukan letak arah sumber bunyi. Catat jawaban temanmu!
3. Ulangi kegiatan dengan mengubah posisi jarimu. Misalnya di depan, di belakang, di kiri, di atas, dan seterusnya!
4. Apakah jawaban temanmu tentang arah sumber bunyi pada kegiatan ini selalu tepat?
5. Apa kesimpulanmu tentang kegiatan ini!

c. Keseimbangan

Indera keseimbangan terdapat pada organ telinga bagian dalam yang berupa tiga saluran setengah lingkaran.

Mengapa jika kita berputar-putar kemudian berhenti, kepala kita terasa pusing?

Ketika badan kita berputar, cairan di dalam ampala ikut bergetar. Pada saat kita berhenti berputar, cairan di ampala masih berputar, menyebabkan butiran kapur ikut berputar. Putaran itu diteruskan oleh ujung saraf ke otak. Kita merasakan kepala terus berputar, padahal kita sudah berhenti sebelumnya.



sumber: Biology Barrett

Gambar 3.16 Tiga saluran setegah lingkaran sebagai alat keseimbangan

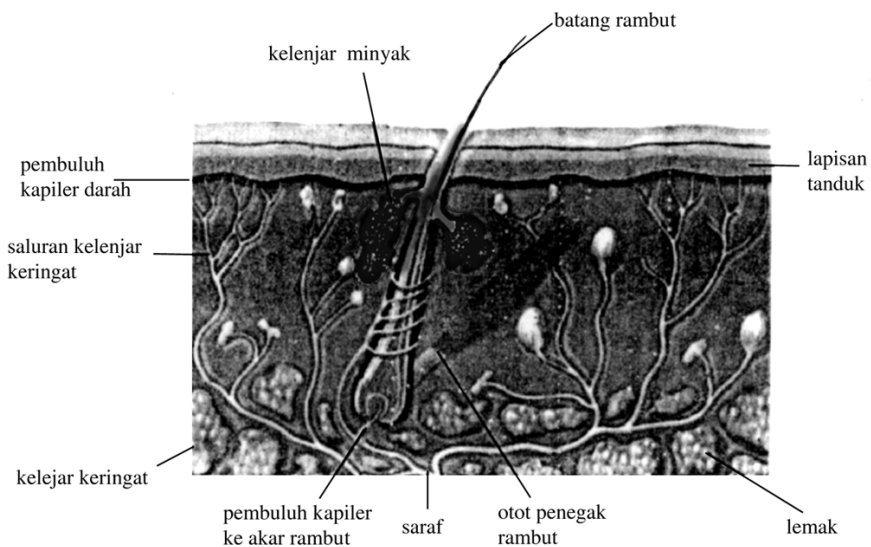
UJI PEMAHAMAN

1. Apa sajakah bagian telinga manusia itu?
2. Berapa Hz frekuensi suar yang dapat didengar manusia?
3. Berupa apakah indera keseimbangan di organ telinga bagian dalam?

3. Kulit

Selain sebagai alat pelindung dan pengatur suhu tubuh, kulit juga berfungsi sebagai indera peraba. Pada kulit terdapat beberapa saraf sensori yang disebut reseptor peraba, yang berfungsi sebagai penerima rangsangan dari luar. Terdapat beberapa reseptor pada kulit kita, yaitu reseptor tekanan, sentuhan, rabaan, dingin, dan panas. Oleh karena itu, kulit peka terhadap rangsangan rabaan, tekanan, dan suhu.

Untuk mengetahui macam dan letak reseptor raba perhatikan gambar berikut ini. Setelah mengamati gambar penampang kulit tersebut, lakukan dan kerjakan kegiatan 3.3 berikut!



Gambar 3.17 Penampang kulit



Kegiatan 3.3 Ujung Saraf Peraba pada Tangan

Tujuan : Menentukan bagian kulit tangan yang paling peka untuk meraba.

Alat dan bahan : Jangka, spidol, dan sapu tangan.

Langkah kerja :

1. Aturlah jangka sehingga kedua ujungnya berjarak $\pm 0,5$ cm!
2. Berilah tanda bagian-bagian telapak tangan dengan spidol!
3. Tutuplah mata temanmu yang tangannya sudah diberi tanda tadi!
4. Sentuhlah perlahan-lahan bagian-bagian telapak tangan yang diberi tanda dengan kedua ujung jangka!
5. Suruhlah temanmu menyebutkan apakah ia merasakan dua sentuhan atau satu sentuhan ujung jangka!

Diskusi

Apakah semua bagian telapak tangan peka terhadap sentuhan jangka? Jelaskan jawabmu berdasarkan hasil kegiatanmu!

Tabel hasil pengamatan

Bagian yang disentuh	Dapat merasakan satu/dua sentuhan	Keterangan
A		
B		
C		
D		
E		

Tidak semua permukaan kulit memiliki kepekaan yang sama terhadap rabaan misalnya di kuduk, sisi perut, dan ketiak. Daerah yang peka terhadap suhu adalah punggung tangan. Masih ingatkah kalian 3 lapisan kulit? Sebutkan!

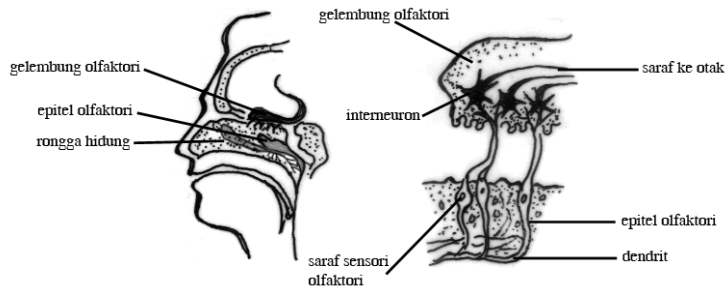
UJI PEMAHAMAN

1. Apakah fungsi kulit selain sebagai indera peraba?
2. Reseptor apa sajakah yang terdapat pada kulit manusia?
3. Bagian kulit manakah yang peka terhadap suhu?

4. Hidung

Indera pembau pada manusia adalah hidung. Ujung-ujung saraf pembau terletak di dalam rongga hidung bagian atas dan sangat peka terhadap rangsangan kimia berupa gas (bau).

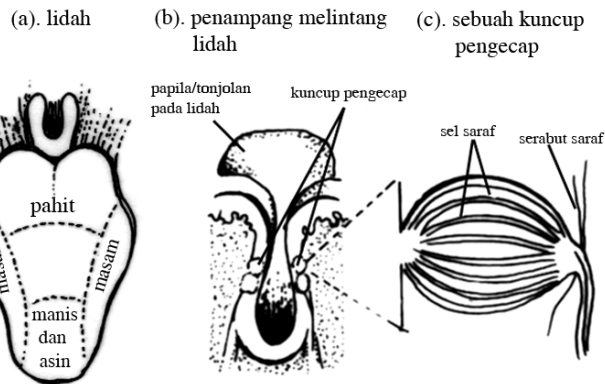
Rangsangan berupa bau, masuk ke hidung dan mengenai selaput lendir hingga menimbulkan rangsangan. Rangsangan ini diteruskan ke otak untuk diolah. Dengan demikian kita dapat mengetahui adanya bau tersebut. Mengapa, selera makan kita terganggu jika diserang penyakit influenza? Jika kita kena flu, saraf pembau tidak peka terhadap rangsangan bau karena ujung saraf pembau tertutup lendir/ingus yang menghalangi kontak antara bau dengan ujung-ujung saraf.



sumber: Depdiknas, 2002

Gambar 3.18 Indera pembau

5. Lidah



sumber: PTBK, 2004

Gambar 3.19 Sel-sel saraf pengecap berkelompok membentuk kuncup pengecap pada permukaan lidah.

Indera perasa pada manusia berupa lidah, yang mengandung bermacam-macam reseptor, yaitu reseptor sakit, sentuhan, dan rasa. Reseptor spesifik pada lidah adalah reseptor rasa yang disebut sebagai kuncup pengecap yang peka terhadap rangsangan rasa. Kuncup pengecap merupakan kumpulan ujung saraf pada lidah yang berkelompok. Lidah mempunyai peta rasa, benarkah? Untuk mengetahui daerah kepekaan lidah, lakukan kegiatan berikut!



Kegiatan 3.4 Uji Indera Pengecap

- Tujuan : Mengetahui daerah pada lidah yang paling peka terhadap rasa manis, asam, asin, dan pahit.
- Alat dan bahan : Garam dapur, gula pasir, cuka, larutan pahit, kapas (cotton buds)
- Langkah kerja :

1. Siapkan larutan-larutan seperti pada gambar dan masukkan masing-masing kapas!
2. Seluruh salah seorang teman menjulurkan lidah dengan matanya ditutup. Apa yang dirasakan temanmu pada saat larutan gula diusapkan dengan cotton buds (kapas) di daerah A, B, C, dan D (lihatlah tabel hasil pengamatan)!
3. Lakukan cara yang sama dengan menggunakan larutan asam, larutan garam, dan larutan pahit. Gunakan satu batang kapas untuk satu larutan!
4. Lakukan hal yang sama terhadap kalian sendiri. Apa yang kalian rasakan?



Hasil pengamatan :

Larutan	Ujung lidah (A)	Tepi lidah (B)	Bagian Tengah C	Pangkal lidah (D)
Larutan gula				
Larutan asam				
Larutan garam				
Larutan pahit				

Keterangan: beri tanda (✓) jika terasa

Pertanyaan :

1. Bandingkan pada saat larutan diusapkan pada ujung lidah! Larutan apa yang paling terasa oleh lidahmu?
2. Pada saat bagian tepi lidah diusapkan dengan larutan penguji, rasa apakah yang paling peka terasa olehmu?
3. Larutan apakah yang paling terasa olehmu pada bagian tengah?
4. Apakah semua bagian lidah dapat merasakan semua larutan?
5. Apakah kesimpulanmu mengenai penyebaran rasa pada lidah?

Reseptor pengecap selain terdapat pada permukaan lidah juga dapat dijumpai pada lengkung langit-langit rongga mulut dan dinding buku kerongkongan.

UJI PEMAHAMAN

1. Di mana letak ujung saraf pembau pada hidung kita?
2. Mengapa selera makan terganggu bila kita terserang flu?
3. Apa yang kalian ketahui tentang kuncup pengecap pada lidah?
4. Di bagian lidah manakah untuk merasakan rasa manis, pahit, dan asam?

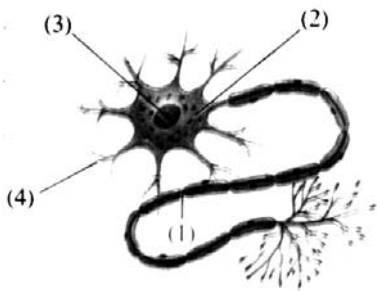
RANGKUMAN

1. Untuk memperoleh keserasian kerja antara organ yang satu dengan organ lainnya di dalam tubuh manusia, maka diperlukan sistem pengatur dan pengendali atau sistem koordinasi.
2. Sistem koordinasi pada manusia terdiri atas sistem saraf dan hormon.
3. Sistem saraf manusia tersusun atas sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Sedangkan sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf somatik (sadar) dan sistem saraf autonom (tak sadar). Sistem saraf autonom tersusun atas sistem saraf simpatetik dan sistem saraf parasimpatetik.
4. Otak manusia terdiri atas 3 bagian, yaitu otak depan, otak tengah, dan otak belakang.
5. Sumsum tulang belakang terletak di dalam rongga tulang belakang, memanjang mulai ruas leher sampai ruas pinggang kedua, berfungsi sebagai penghubung impuls dari dan ke otak serta memungkinkan terjadinya gerak refleks.
6. Fungsi saraf simpatetik berlawanan dengan fungsi susunan saraf parasimpatetik, namun kerjanya serasi dan seimbang.
7. Manusia mempunyai 5 indera yang biasa disebut panca indera, yaitu: indera penglihat (mata), indera pendengar (telinga), indera peraba (kulit), indera pembau (hidung), dan indera perasa (lidah).
8. Beberapa penyakit atau gangguan pada mata di antaranya: miop, hipermetrop, buta warna, katarak, rabun senja, presbiop, dan astigmatisma.
9. Telinga manusia terdiri atas 3 bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.
10. Selain sebagai alat pelindung dan pengatur suhu tubuh, kulit juga berfungsi sebagai indera peraba, terdiri atas 3 lapisan yaitu lapisan epidermis, kulit jangat, dan lapisan jaringan ikat bawah kulit.
11. Indera pembau pada manusia berupa hidung. Ujung-ujung saraf pembau terletak di dalam rongga hidung bagian atas dan peka terhadap rangsangan yang berupa gas (bau).
12. Indera perasa/pengecap pada manusia berupa lidah yang mengandung beberapa macam reseptor.
Bagian ujung untuk mengecap rasa manis dan asin, bagian tepi untuk mengecap rasa masam, sedangkan bagian pangkal lidah untuk mengecap rasa pahit.

I. Silanglah (x) huruf a, b, c, atau d di depan jawaban yang tepat!

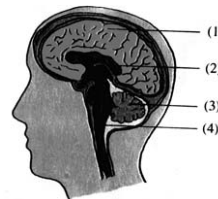
- Sel saraf yang berfungsi menghubungkan sel saraf sensori dengan sel saraf motor adalah
 - sel saraf penerima
 - sel saraf sensori
 - sel saraf motor
 - sel saraf penghubung
- Otak kecil berfungsi untuk mengatur
 - keseimbangan
 - pernapasan
 - denyut jantung
 - gerakan mata
- Serabut panjang pada sel saraf disebut
 - dendrit
 - neurit
 - stimulus
 - sinapsis
- Yang tidak termasuk susunan saraf pusat yaitu
 - saraf somatik
 - saraf autonom
 - saraf simpatetik
 - sumsum tulang belakang
- Yang ditunjukkan oleh nomor 2 berupa
 - dendrit
 - neuron
 - badan sel
 - sinapsis
- Neklues (inti sel) saraf ditunjukkan oleh nomor
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- Gerakan refleks diatur oleh sistem saraf
 - autonom
 - somatik
 - sinapsis
 - parasimpatetik
- Di dalam neurit (akson) terdapat benang-benang halus yang disebut
 - dendrit
 - neuron
 - neurofibril
 - sel schwan
- Cacat mata keturunan yang umumnya banyak diderita laki-laki yaitu
 - miop
 - hipermetrop
 - rabun senja
 - buta warna

Untuk soal no. 5, 6, dan 7 perhatikan gambar berikut ini!



- Serabut dendrit ditunjukkan oleh nomor
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4

Untuk soal No. 11 dan 12 perhatikan gambar berikut ini!



11. Bagian yang berfungsi sebagai pusat pengatur gerak pendengaran, berpikir dan berbicara dilanjutkan oleh nomor
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
12. Yang ditunjukkan oleh nomor 3, menggambarkan
 - a. otak besar
 - b. otak tengah
 - c. otak kecil
 - d. sumsum lanjutan
13. Alat keseimbangan terdapat pada bagian telinga yang disebut
 - a. rumah siput
 - b. koklea
 - c. tingkap jorong
 - d. tiga saluran setengah lingkaran
14. Indera pengecap terdapat pada lapisan selaput lendir dalam bentuk
 - a. kuncup pengecap
 - b. saraf pengecap
 - c. lengkung pengecap
 - d. benang pengecap
15. Reseptor nyeri banyak terdapat pada lapisan kulit
 - a. epidermis
 - b. dermis
 - c. jangat
 - d. jaringan ikat

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan tepat dan jelas!

1. Sebutkan 3 macam sel saraf berdasarkan fungsinya!
2. Gambarkan skema atau proses perjalanan rangsang pada:
 - a. gerak biasa
 - b. gerak refleks
3. Indera apa sajakah yang dimiliki oleh manusia?
4. Bagaimana bagan proses mendengar pada telinga manusia!
5. Jelaskan 3 macam penyakit atau gangguan yang biasa terdapat pada indera penglihatan!
6. Apa sajakah fungsi sistem saraf pada manusia?
7. Berdasarkan fungsinya sel saraf manusia terbagi menjadi 3 macam. Sebutkan!
8. Apa fungsi otak besar!
9. Sistem saraf manusia yang manakah bekerjanya berlawanan?
10. Seseorang yang tuli sejak lahir biasanya juga bisu, mengapa demikian?

BAB 4

KELANGSUNGAN HIDUP MAKHLUK HIDUP

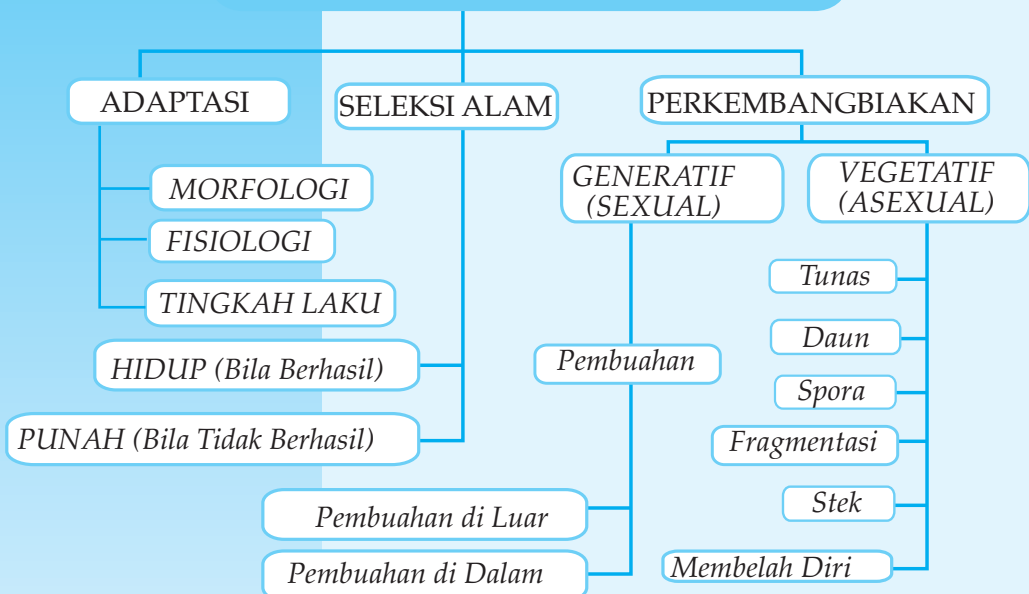
Standar Kompetensi:

Memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Kompetensi Dasar:

Mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan.

KELANGSUNGAN HIDUP MAKHLUK HIDUP



Makhluk hidup umumnya memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan, agar dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya serta melestarikan keturunannya. Kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya disebut *adaptasi*. Apakah semua organisme mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan? Bagaimana mereka yang tidak mampu beradaptasi?

A. ADAPTASI MAKHLUK HIDUP TERHADAP LINGKUNGAN

Semakin tinggi kemampuan adaptasi suatu jenis organisme, maka semakin besar pula kemungkinan kelangsungan hidup jenis organisme itu. Dengan kemampuan adaptasi yang tinggi, suatu jenis dapat menempati habitat yang beraneka. Manusia adalah contoh jenis makhluk yang mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi. Hampir semua habitat dihuni oleh manusia. Mulai dari pantai sampai pegunungan Andes yang tinggi, dari hutan tropis yang panas dan lembab sampai gurun pasir yang kering dan panas, serta daerah kutub yang dingin. Dengan kemampuan adaptasi yang sangat tinggi, populasi manusia terus bertambah dan menduduki habitat baru, hal ini karena kemampuan otaknya yang paling tinggi dibanding organisme lainnya. Dengan berbekal sains, manusia mampu menciptakan berbagai peralatan untuk mengatasi kesulitan yang dihadapinya.

Adaptasi yang dilakukan oleh organisme secara garis besarnya ada tiga cara yaitu: adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.

1. Adaptasi Morfologi

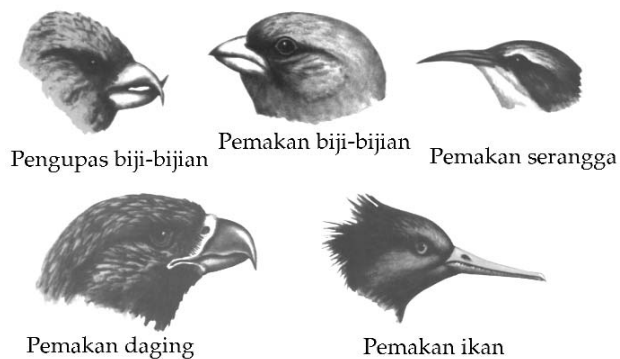
Adaptasi morfologi adalah perubahan bentuk tubuh atau struktur alat-alat tubuh tertentu suatu organisme terhadap lingkungannya. Adaptasi morfologi merupakan bentuk adaptasi yang paling mudah terlihat. Adaptasi morfologi terjadi pada hewan dan tumbuhan.

a. Adaptasi Morfologi Pada Hewan

Contoh :

1) Bentuk paruh

Paruh burung berbeda-beda sesuai dengan jenis makanannya. Burung pemakan ikan, pemakan biji, pemakan daging, dan pencari makanan di lumpur memiliki bentuk paruh yang berbeda.

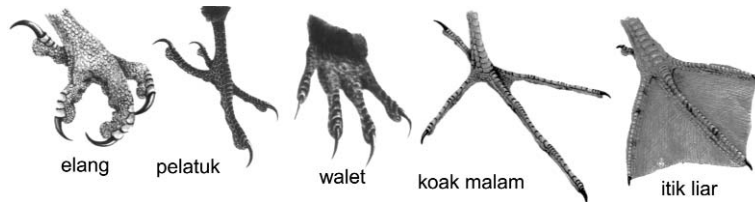


sumber: Ensiklopedi Burung

Gambar 4.1 Berbagai bentuk paruh burung

2) Bentuk kaki (cakar)

Kaki (cakar) burung sesuai dengan tempat hidup dan cara hidupnya. Pada itik kakinya dilengkapi selaput berfungsi untuk mendayung saat itik berenang di air. Pada burung elang mempunyai kaki dan cakar yang kuat dan tajam untuk mencengkeram mangsanya.

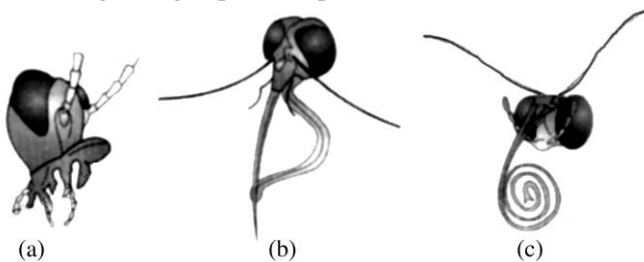


sumber: Ensiklopedi Burung

Gambar 4.2 Adaptasi bentuk kaki burung berdasarkan fungsinya

3) Tipe mulut

Serangga berkembang pesat dengan jenis makanannya. Pada belalang mempunyai tipe mulut menggigit dan mengunyah karena makanannya daun. Nyamuk mempunyai tipe menusuk dan menghisap, kupu-kupu mempunyai tipe mulut mengisap, karena sering mengisap madu pada tumbuhan.

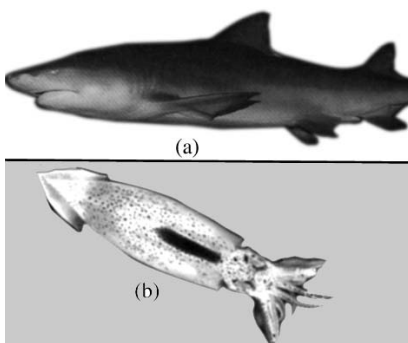


Gambar 4.3

- (a) Tipe mulut untuk menggigit dan mengunyah pada belalang
- (b) Tipe mulut untuk menusuk dan mengisap pada nyamuk
- (c) Tipe mulut untuk mengisap pada kupu-kupu

4) Bentuk tubuh pada hewan air

Ikan mempunyai bentuk tubuh yang ramping seperti torpedo (streamline) dan permukaan tubuh yang berlendir. Hal ini merupakan adaptasi hewan yang hidup di air. Dengan bentuk tubuh yang demikian, ikan akan mudah bergerak dengan cepat di dalam air. Pada mamalia air misalnya paus dan lumba-lumba, memiliki bentuk tubuh seperti ikan, selain itu anggota badan mamalia tersebut berubah menjadi alat-alat tubuh seperti sirip sehingga memudahkan pergerakannya di dalam air.

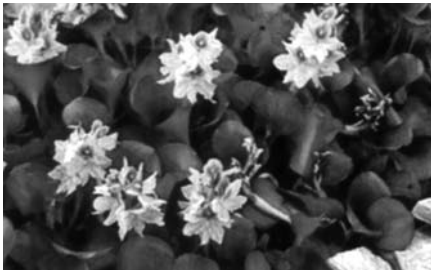


Gambar 4.4 Bentuk adaptasi hewan laut
(a) Bentuk tubuh yang meramping seperti torpedo memudahkan ikan bergerak dengan cepat.
(b) Cumi-cumi menguncupkan tentakelnya untuk berenang melesit

b. Adaptasi Morfologi Pada Tumbuhan

Contoh :

1) Tumbuhan xerofit



Gambar 4.5 Sumber: Clip Art

Bentuk adaptasi tumbuhan (a) kaktus memiliki batang yang tebal dan berdaging untuk menyimpan air,

(b) Batang enceng gondok berisi udara sehingga dapat mengapung

- Tumbuhan xerofit merupakan tumbuhan yang hidup di tempat yang kurang air (kering) misalnya, tanaman kaktus. Tumbuhan ini memiliki jaringan penyimpanan air di dalam batangnya yang tebal dan berselaput zat semacam lilin. Daunnya sempit dan jumlahnya sedikit bahkan berubah bentuk menjadi duri, juga terdapat lapisan kutikula yang tebal serta memiliki sedikit stomata yang letaknya tersembunyi. Bentuk daun yang demikian akan mengurangi penguapan (pengeluaran) air. Sistem perakaran lebat dan panjang sehingga tersebar sangat luas di dalam tanah. Hal ini berguna untuk mendapatkan air yang cukup.

Bentuk tubuh (batang, daun, dan akar) pada tanaman kaktus sesuai dengan tempat hidupnya.

2) Tumbuhan Hidrofit

Tumbuhan hidrofit adalah tumbuhan yang hidup di air, misalnya enceng gondok (*Eichhornia crassipes*), paku air (*Azolla pinata*) dan teratai. Tumbuhan ini memiliki tangkai daun yang menggembung membentuk rongga-rongga udara yang berisi udara sehingga dapat mengapung. Tumbuhan yang hidup di air umumnya mempunyai lapisan kutikula yang tipis dan mudah ditembus air. Melalui permukaan tubuh yang tipis inilah tumbuhan dapat mengambil air dan zat-zat hara melalui seluruh permukaan tubuhnya. Tumbuhan yang sebagian tubuhnya berada di dalam air dan sebagian di atas air memiliki sistem perakaran serabut sebagai alat melekat dan sistem jaringan pengangkut pada tumbuhan air tidak berkembang dengan baik. Stomata terletak di permukaan daun sebelah atas serta memiliki jumlah daun yang banyak, lebar dan tipis.

3) Tumbuhan Higrofit

- Tumbuhan higrofit adalah tumbuhan yang hidup di lingkungan basah. Tumbuhan ini memiliki daun yang lebar untuk mempercepat penguapan, ujung tulang daun pada tepi daun atau ujung daun berlubang untuk meneteskan air (gurasi), misalnya keladi.

4) Tumbuhan Trofit

- Tumbuhan Trofit seperti famili Gramineae, Liliaceae, Zingiberaceae, pohon Jati, randu, dan flamboyan pada musim kemarau menggugurkan bagian tubuh (daun) di atas tanah, menjelang musim penghujan tumbuh kembali.

5) Tumbuhan Epifit

- Tumbuhan Epifit seperti anggrek beradaptasi dengan membentuk bagian jaringan yang menggelembung yang berguna untuk menyimpan air.

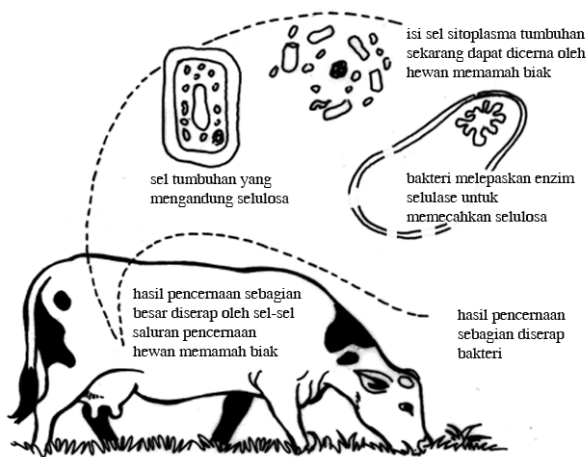
UJI PEMAHAMAN

1. Apakah pengertian adaptasi itu?
2. Apakah adaptasi morfologi itu?
3. Untuk apakah selaput pada kaki itik dan angsa?
4. Bagaimana ciri-ciri tumbuhan higrofit?

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi kerja organ tubuh terhadap lingkungannya untuk kelangsungan hidupnya. Adaptasi ini erat hubungannya dengan penyesuaian metabolisme tubuh.

Contoh :



Gambar 4.6 Enzim selulosa yang terdapat di dalam saluran pencernaan hewan memamah biak berfungsi untuk mencerna selulosa

a. Hewan memamah biak makanannya adalah rumput dan daun. Rumput maupun daun mempunyai dinding sel yang mengandung selulosa yang sulit dicerna secara mekanik. Agar dapat dicerna secara sempurna diperlukan enzim selulosa untuk mencerna selulosa. Oleh karena itu, pada saluran pencernaan hewan memamah biak banyak terdapat kelenjar yang menghasilkan enzim selulosa.

b. Jumlah sel darah merah pada orang yang tinggal di dataran tinggi (pegunungan) cenderung lebih banyak. Hal ini disebabkan kadar O_2 di pegunungan lebih

sedikit dibandingkan di dataran rendah. Kadar O_2 yang rendah membuat tubuh membentuk sel darah merah lebih banyak untuk mengikat O_2 lebih banyak. Itulah sebabnya orang yang tinggal di daerah pegunungan cenderung mempunyai kulit berwarna kemerahan.

- c. Orang yang hidup di daerah yang tercemar limbah domestik dalam tubuhnya berkembang kekebalan terhadap infeksi muntah berak. Mereka mandi dengan air yang tercemar dan bahkan minum air yang tercemar, tetapi mereka tidak menjadi sakit. Kekebalan itu tidaklah bersifat mutlak, sehingga ada juga yang menjadi sakit.
- d. Ikan yang hidup di laut lebih sedikit mengeluarkan urin dibandingkan ikan yang hidup di air tawar. Hal ini disebabkan karena tekanan osmosis sel-sel tubuh ikan yang hidup di laut lebih rendah daripada tekanan osmosis air laut. Apabila tidak ada cara penyesuaian pada tekanan osmosis air laut, maka ikan laut akan mati karena air di dalam sel-sel tubuhnya akan tertarik oleh air laut.

Untuk penyesuaian diri terhadap tekanan osmosis air laut, ikan laut banyak minum air dengan sedikit mengeluarkan urin. Sebaliknya, tekanan osmosis sel-sel tubuh ikan yang hidup di air tawar lebih tinggi daripada tekanan osmosis air tawar.

- e. Padi Gogo beradaptasi pada lahan yang kering dan padi sawah pada lahan tergenang. Hewan, tumbuhan dan mikroba dapat juga membentuk zat di dalam tubuhnya yang membuat mereka kebal terhadap serangan hama dan penyakit.

UJI PEMAHAMAN

1. Apakah pengertian adaptasi fisiologi itu?
2. Jumlah sel darah merah orang yang tinggal di pegunungan lebih banyak dibandingkan yang tinggal di pantai. Mengapa demikian?

3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku adalah perubahan tingkah laku suatu organisme untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya.

Contoh :

- a. Bunglon, hewan ini dapat mengubah warna kulit tubuhnya sesuai dengan lingkungannya. Peristiwa perubahan warna kulitnya ini disebut mimikri. Dalam keadaan terkejut atau akan kawin bunglon akan mengubah warna kulitnya menjadi kehitaman. Perubahan warna kulit bunglon berlangsung dari hijau, kecoklatan, kemudian kehitaman.
- b. Flagellata, di dalam usus rayap terdapat flagellata yang menolong rayap untuk mencerna kayu. Karena flagellata mampu menghasilkan enzim selulosa. Di samping beberapa serangga lain, rayap juga melepaskan lapisan kulit yang menutupi saluran pencernaan bagian belakang sehingga flagellata turut keluar. Untuk mendapatkan flagellata kembali, rayap suka memakan kulitnya sendiri yang terkelupas. Selain itu. Rayap yang baru menetas dari telurnya sering menjilati dubur rayap dewasa. Tingkah laku demikian memungkinkan flagellata dapat masuk ke dalam saluran pencernaan rayap muda tersebut.



Gambar 4.7

Paus akan muncul ke permukaan air untuk menghirup oksigen dan menghembuskan uap air yang sangat jenuh

- c. Lumba-lumba dan paus, hewan mamalia ini hidup di air. Meskipun hidupnya di air, lumba-lumba dan paus bernafas dengan paru-paru. Untuk menghirup udara, hewan tersebut muncul ke permukaan air. Setelah menghirup udara, hewan-hewan tersebut akan menyelam kembali ke dalam air. Pada saat muncul kembali ke permukaan air, udara dari paru-paru yang sangat penuh dengan uap air dihembuskan melalui lubang hidung yang terdapat di atas tubuh hewan-hewan tersebut.

- d. Cumi-cumi dan gurita, hewan ini mengeluarkan cairan tinta sambil berenang mundur (menjauhi) musuhnya bila dalam keadaan bahaya. Cairan tinta ini menyebabkan lingkungan di sekitarnya menjadi gelap sehingga pemangsanya tidak mengetahui keberadaannya.
- e. Beberapa jenis tumbuhan berbiji, daun dan bunganya membuka dan menutup tiap waktu tertentu.
- f. Ganggang bersel satu bergerak ke tempat yang mendapat sinar, tetapi akan bergerak menjauhi tempat yang mendapat sinar kuat (terang sekali).



Kegiatan 4.1 Adaptasi Ikan terhadap Perubahan Temperatur Lingkungan

Tujuan :

Untuk mengetahui bahwa perubahan temperatur mempengaruhi kecepatan membuka menutupnya tutup insang (Operkulum)

Alat dan Bahan :

- 1 gelas kimia 1000 ml/bisa diganti stoples
- pengukur waktu (stop watch/jam)
- air panas
- es batu
- jaring ikan kecil
- ikan mas dalam suatu stoples/akuarium
- kertas label
- termometer

Langkah Kerja :

1. Isilah gelas kimia dengan air aquarium dan gunakan jaring untuk memindahkan ikan mas!
2. Gunakan termometer untuk mengukur temperatur air pada gelas!
3. Perhatikan operkulum/tutup insang ikan!
4. Ukurlah temperatur air, kemudian hitung jumlah membukanya operkulum selama 1 menit, catatlah pada tabel!
5. Secara perlahan-lahan tambahkan air panas, kemudian catat temperaturnya sampai naik 3°C dan hitung jumlah membukanya operkulum selama 1 menit! Catat pada tabel!
6. Ulangi langkah 1 sampai dengan 3! Secara perlahan-lahan tambah es batu, catat temperaturnya sampai turun 3° kemudian hitung jumlah membukanya operkulum selama 1 menit! Catat pada tabel!
7. Kembalikan ikan mas pada aquarium setelah percobaan selesai!

Lengkapilah Tabel Pengamatan berikut ini

No.	Tempat Hidup Ikan	Temperatur	Jumlah membuka Operkulum Selama 1 Menit
1.	Air dari aquarium	..... °C	..... kali / menit
2.	Air dari aquarium + air panas	..... °C	..... kali / menit
3.	Air dari aquarium + es batu	..... °C	..... kali / menit

Diskusi :

1. Berdasarkan tabel pengamatan, pada tempat hidup yang mana membukanya operkulum paling tinggi?
2. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap membukanya operkulum?
3. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaan di atas!

UJI PEMAHAMAN

1. Jelaskan pengertian adaptasi tingkah laku!
2. Apa yang disebut mimikri?
3. Jelaskan fungsi cairan tinta yang dimiliki oleh gurita dan cumi-cumi!

4. Adaptasi Melalui Seleksi Alam

Alam senantiasa melakukan seleksi terhadap organisme yang hidup di dalamnya.



sumber: biology Barrett

Gambar 4.8

- (a) Persaingan antarburung sering terjadi untuk memperebutkan makanan
- (b) Setelah revolusi industri, populasi kupu-kupu *Biston betularia* bersayap gelap lebih banyak daripada bersayap cerah.

Agar dapat hidup lestari, organisme yang hidup di bumi harus mampu beradaptasi terhadap perubahan-perubahan alam atau lingkungan yang terjadi. Hanya organisme yang dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi alam lingkungannya yang akan hidup terus dan lestari. Sebaliknya, organisme yang tidak mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan alam atau lingkungannya akan punah.

Kita telah mempelajari organisme yang beradaptasi terhadap lingkungan tempat

tinggalnya. Bagaimana adaptasi ini bisa terjadi? Individu-individu dari organisme tidak sama antara satu dengan lainnya walaupun mereka satu jenis. Pada tiap-tiap

jenis terdapat variasi atau perbedaan yang terdapat pada jenis tersebut. Misalnya populasi kupu-kupu *Biston betularia* ada dua jenis yaitu kupu-kupu bersayap gelap dan kupu-kupu bersayap terang.

Individu atau anggota populasi yang memiliki sifat sesuai dengan lingkungannya dan menang dalam persaingan akan terus hidup dan bereproduksi sehingga bertambah banyak, sebaliknya individu atau anggota populasi yang memiliki sifat kurang sesuai dengan lingkungannya akan semakin berkurang.

Sebelum revolusi industri di Inggris, populasi kupu-kupu *Biston betularia* yang bersayap cerah lebih banyak daripada populasi kupu-kupu *Biston betularia* yang bersayap gelap. Hal ini terjadi karena sebelum revolusi industri lingkungan lebih cerah, sehingga kupu-kupu bersayap cerah lebih dapat menyesuaikan diri (adaptif) daripada kupu-kupu bersayap gelap. Akan tetapi setelah revolusi industri, lingkungan yang semula cerah menjadi lebih gelap oleh jelaga. Akibatnya, kupu-kupu bersayap gelap lebih sesuai dengan lingkungannya yaitu dengan keadaan batang-batang pohon yang dihinggapi semakin banyak tertutup jelaga. Dengan demikian kupu-kupu bersayap gelap tidak mudah diketahui pemangsanya, sehingga jumlahnya semakin banyak.

Sementara, kupu-kupu bersayap cerah kurang sesuai terhadap lingkungannya, sehingga lebih mudah dimangsa oleh predator, maka keberadaannya akan terancam punah. Pada umumnya anggota populasi yang tidak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya akan mencari lingkungan baru yang dianggap sesuai dengan sifat-sifatnya. Organisme yang dapat menyesuaikan diri terhadap lingkungannya yang baru akan bertahan hidup, lambat laun organisme dari spesies itu akan berubah sifat-sifatnya sesuai dengan lingkungan yang baru. Sebaliknya organisme yang pindah ke daerah baru tetapi tidak mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru akhirnya akan mati dan punah. Contoh organisme yang telah punah adalah Dinosaur. Dinosaur punah sekitar 65 juta tahun yang lalu.

Jadi pengertian seleksi alam adalah alam menyeleksi atau memilih individu-individu yang memiliki sifat-sifat sesuai dan menenyapkan individu-individu yang memiliki sifat-sifat yang tidak sesuai dengan lingkungannya. Hanya individu-individu yang dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya akan dapat hidup terus. Adapun organisme yang tidak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya akan punah. Berdasarkan kenyataan tersebut maka adaptasi terhadap lingkungannya merupakan salah satu mekanisme seleksi alam.

UJI PEMAHAMAN

1. Kemungkinan apa sajakah yang akan terjadi bila organisme mengalami seleksi alam?
2. Hewan apakah yang sudah musnah 65 juta tahun yang lalu?

B. PERKEMBANGBIAKAN ORGANISME

Salah satu cara menjaga keberadaan jenis di muka bumi adalah berkembangbiak. Berkembangbiak adalah kemampuan organisme menghasilkan keturunan.

Makhluk hidup mempunyai kemampuan berkembang biak yang berbeda-beda sesuai dengan jenisnya masing-masing. Tujuan makhluk hidup berkembangbiak adalah untuk menjaga kelangsungan hidupnya sehingga suatu jenis organisme tetap lestari.

Setiap makhluk hidup pada suatu ketika akan mati. Dalam perkembangannya sampai tingkat kedewasaan tertentu sebelum mati, umumnya suatu makhluk hidup berusaha untuk menghasilkan keturunan. Kematian makhluk hidup dapat terjadi karena bencana (misal: banjir, tanah longsor, dan tsunami) atau karena umur yang telah tua. Oleh karena itu, agar kehidupan tidak punah makhluk hidup menghasilkan individu-individu baru secara terus-menerus dengan berkembang biak. Dalam perkembangbiakan makhluk hidup ini, keturunan yang dihasilkan tetap memiliki sifat-sifat yang menjadi ciri spesiesnya. Jadi, tujuan makhluk hidup berkembangbiak adalah untuk memperbaiki dan mempertahankan kelangsungan hidup jenisnya dalam ekosistem, sehingga tidak punah.

Setiap makhluk hidup berkembang biak, tetapi banyak pula di antaranya yang hampir punah, misal : Harimau Jawa (*Panthera tigris sondaicus*), badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*), harimau bali, burung jalak bali, burung cendrawasih, dan komodo. Hewan ini mendapat perhatian dari pemerintah karena sudah langka. Beberapa hal yang menyebabkan hewan ini menjadi langka, di antaranya lingkungan yang sudah tidak memadai dan tingkat reproduksinya rendah. Tingkat reproduksi adalah kemampuan suatu makhluk hidup dalam menghasilkan keturunan. Makhluk hidup yang mempunyai tingkat reproduksi rendah, jumlah keturunan yang dihasilkan sedikit dan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan keturunan relatif lama. Tingkat reproduksi tinggi mampu menghasilkan banyak keturunan dalam waktu relatif singkat, misalnya ikan, katak, dan serangga.

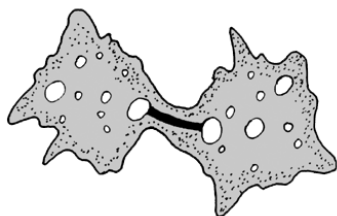
1. Cara Perkembangbiakan Organisme

Perkembangbiakan makhluk hidup dapat terjadi dengan dua cara yaitu perkembangbiakan generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan generatif dan vegetatif biasanya digunakan untuk menyebut perkembangbiakan pada tumbuhan. Sedangkan pada hewan disebut perkembangbiakan seksual (generatif) dan aseksual (vegetatif).

a. Perkembangbiakan Vegetatif

Perkembangbiakan vegetatif dilakukan tanpa proses perkawinan namun melibatkan bagian tubuh makhluk hidup, misalnya tunas, umbi, pembelahan plasma, setek, dan merunduk. Keturunan baru hasil perkembangbiakan vegetatif akan menghasilkan keturunan yang mempunyai sifat sama dengan induknya.

Pada organisme bersel satu, seperti Amoeba, Paramecium, Ganggang biru, Ganggang hijau, Ganggang perang, dan Bakteri, proses pembelahan sel sebenarnya merupakan suatu perkembangbiakan. Pembelahan pada Amoeba dimulai dengan adanya pemanjangan tubuh Amoeba yang selanjutnya inti sel akan membelah menjadi



Gambar 4.9
Amoeba sedang membelah diri

dua diikuti pembagian plasma dari Amoeba. Oleh karena itu, kita sering menyebut bahwa perkembangbiakan makhluk hidup bersel satu dilakukan dengan cara membelah diri.

Pada pembelahan sel Amoeba terjadi serangkaian proses yang melibatkan *kromosom*, yaitu bagian dari inti sel yang berbentuk seperti benang, dapat menipis atau menebal tergantung pada proses yang sedang dialaminya. Kromosom yang mengalami penebalan menandakan bahwa kromosom tersebut sedang mem-

bentuk duplikat atau disebut kromosom induk. Sebaliknya kromosom yang tipis merupakan kromosom yang baru terbentuk atau hasil duplikasi yang disebut *kromatin*. Kromosom yang demikian hanya dapat terlihat apabila sel diberi suatu zat warna.

Mungkin di antara kalian ada yang bertanya, terbentuk dari apakah kromosom itu? Secara singkat dapat dijelaskan bahwa kromosom terdiri atas dua unsur, yaitu unsur protein dan asam deoksiribose nukleat atau dalam bahasa ilmiahnya disebut *Deoxyribosenucleic acid* disingkat DNA.

Protein merupakan unsur dalam kromosom yang memberikan bentuk pada kromosom dan membantu kegiatan DNA. Dalam pengertian sehari-hari protein ini disebut *gen*. Gen dapat menentukan sifat dan karakteristik suatu organisme. Adapun DNA merupakan suatu molekul yang berperan sebagai perancang di dalam sel yang bentuknya panjang dan tipis. Unsur kromosom ini sangat penting dalam melakukan dua kegiatan, yaitu membuat duplikat sendiri dengan tepat pada waktu pembelahan sel dan membentuk RNA untuk pembentukan protein.

Selain dengan membelah diri, perkembangbiakan vegetatif pada hewan dan tumbuhan tingkat rendah dapat dengan membentuk tunas dan spora. Makhluk hidup yang berkembangbiak dengan tunas, di antaranya sel-sel khamir atau *Saccharomyces* dan *Hydra*. Adapun yang berkembangbiak dengan spora, misalnya jamur *Rhizopus*.

Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan tingkat tinggi, dapat menggunakan *Rhizoma*, umbi lapis, umbi batang, geragih, setek, dan cangkok.

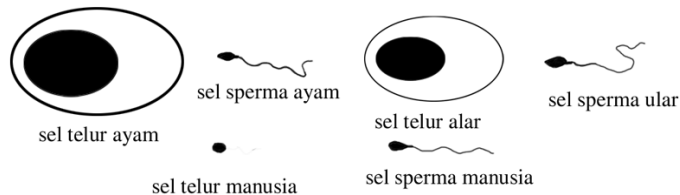
b. Perkembangbiakan Generatif

Perkembangbiakan secara kawin atau generatif ditandai dengan adanya peleburan dua buah sel menjadi satu. Proses peleburan dua sel gamet yang berbeda jenisnya disebut pembuahan atau fertilisasi. Hasil dari pembuahan adalah sebuah sel zigot yang akan tumbuh menjadi embrio, kemudian berkembang menjadi keturunan baru.

Keturunan baru mewarisi beberapa sifat yang dimiliki oleh kedua induknya. Keturunan baru yang dihasilkan tidak selalu sama dengan kedua induknya. Dalam perkembangbiakan secara kawin akan menghasilkan bermacam-macam variasi. Hal ini menyebabkan terjadinya keanekaragaman pada makhluk hidup

Pada hewan dan tumbuhan tingkat rendah, perkembangbiakan secara generatif terjadi dengan cara konjugasi atau peleburan dua sel gamet. Konjugasi adalah perkembangbiakan secara kawin pada makhluk hidup yang belum jelas alat kelaminnya. Konjugasi ini terjadi pada *Amoeba*, *Paramecium*, *Spirogyra*, serta hewan dan tumbuhan rendah lainnya.

Pada peleburan dua sel gamet dikenal dua macam, yaitu *isogami* dan *anisogami*. *Isogami* adalah peleburan dua sel gamet di mana sel jantan dan betina mempunyai bentuk dan ukuran yang sama, contoh ganggang *Ulothrix* dan *Chlamydomonas*. Adapun *anisogami* adalah peleburan dua sel gamet di mana bentuk dan ukuran sel kelamin jantan dan betina tidak sama. Pada umumnya, sel kelamin betina mempunyai ukuran yang lebih besar daripada sel kelamin jantan. Hal ini ditemukan pada *Plasmodium* dan *Oedogonium*.



Gambar 4.10 Berbagai sel telur (ovum) dan sel mani (sperma)

Pada tumbuhan tingkat tinggi, proses pertemuan organ seks betina (putik) dan gamet jantan (serbuk sari) disebut *penyerbukan*. Proses penyerbukan memungkinkan kedua gamet bertemu dalam suatu tempat. Setelah bertemu, kedua gamet tersebut melebur membentuk sel baru yang disebut pembuahan atau fertilisasi.

Dengan fertilisasi ini, kedua inti gamet yang mengandung bahan yang akan diwariskan kepada keturunannya bersatu. Inti sel yang dapat diwariskan kepada keturunan berikutnya itu dinamakan *kromosom*.

Pada setiap jenis organisme atau spesies memiliki jumlah kromosom yang tertentu. Dengan kata lain, jumlah kromosom untuk tiap jenis organisme tidak sama. Adapun banyaknya kromosom untuk setiap zigot sama dengan jumlah kromosom sel induknya. Mengapa demikian? Hal ini terjadi karena zigot tersebut terbentuk dari peleburan dua gamet yang berasal dari induknya.

Banyaknya kromosom dalam suatu gamet hanya separuh dari jumlah kromosom dalam zigot. Artinya, banyaknya kromosom dalam suatu gamet berbeda dengan banyaknya kromosom dalam zigot.

c. Perkembangbiakan Vegetatif-Generatif

Adakah makhluk hidup yang mengalami perkembangbiakan vegetatif dan generatif secara bergantian? Tumbuhan lumut dan tumbuhan paku berkembang biak dengan dua cara tersebut. Setelah terjadi perkembangbiakan vegetatif akan berlangsung perkembangbiakan generatif, demikian seterusnya.

Jika dilihat berdasarkan alat kelamin yang dihasilkan pada kedua tumbuhan tersebut terbentuk dua jenis tumbuhan, yaitu tumbuhan sporofit dan gametofit. Tumbuhan sporofit adalah tumbuhan yang menghasilkan spora, sedangkan tumbuhan gametofit adalah tumbuhan yang menghasilkan gamet.

Bagaimanakah cara perkembangbiakan kedua tumbuhan tersebut? Carilah informasi tentang hal itu dengan teman sekelompokmu, kemudian diskusikan.

d. Hasil Perkembangbiakan secara Generatif dan Vegetatif

Setelah kalian memahami pengertian perkembangbiakan secara generatif dan vegetatif, kalian tentunya dapat menduga sifat keturunan apabila dibandingkan dengan induknya. Apakah sifat keturunan sama persis dengan induknya? Pernahkah kalian mengamati buah mangga hasil cangkokan? Apakah sifatnya sama dengan induknya?

Cobalah kalian amati dan bandingkan sifat perkembangbiakan vegetatif, misalnya besar buah, rasa buah, dan bentuk tanamannya. Kalian dapat menyimpulkan bahwa hasil perkembangbiakan secara vegetatif memiliki sifat yang sama dengan induknya. Selanjutnya, cobalah kalian bandingkan dengan hasil perkembangbiakan secara generatif. Diskusikan dengan temanmu!



Kegiatan 4.2 Cara Perkembangbiakan Makhluk Hidup

Tujuan :

Untuk mengetahui cara perkembangbiakan beberapa makhluk hidup.

Langkah Kerja :

- Carilah informasi mengenai cara berkembangbiak 10 jenis binatang dan tumbuhan seperti yang terdapat pada tabel! Buatlah laporan per kelompok!
- Cari juga informasi mengenai jumlah makhluk hidup dalam satu kali perkembangbiakan.
- Lengkapilah tabel dibawah ini!

No.	Jenis Makhluk Hidup	Cara Berkembangbiak	Generatif / Vegetatif
1.	Kucing	Beranak	Generatif
2.	Anjing	.....	.....
3.	Kuda	.....	.....
4.	Kerbau	.....	.....
5.	Ikan mas	.....	.....
6.	Paus	.....	.....
7.	Ular	.....	.....
8.	Katak	.....	.....
9.	Buaya	.....	.....
10.	Cicak	.....	.....
11.	Jagung	.....	.....
12.	Padi	.....	.....
13.	Kacang	.....	.....
14.	Mangga	.....	.....
15.	Jeruk	.....	.....
16.	Pisang	.....	.....
17.	Kopi	.....	.....
18.	Kina	.....	.....
19.	Apokat	.....	.....
20.	Sagu	.....	.....

Diskusi :

- Berdasarkan tabel di atas, hewan dan tumbuhan manakah yang berkembangbiak secara generatif?
- Perkembangbiakan secara generatif dengan cara apa saja?
- Berdasarkan tabel di atas, hewan dan tumbuhan manakah yang berkembang biak secara vegetatif?

4. Perkembangbiakan secara vegetatif dengan cara apa saja?
5. Adakah organisme yang berkembangbiak secara vegetatif dan generatif? Sebutkan!
6. Buatlah kesimpulan (secara skematis) cara perkembangbiakan pada makhluk hidup!

UJI PEMAHAMAN

1. Apa tujuan makhluk hidup mengalami berkembangbiak?
2. Hewan apa sajakah yang hampir punah, karena tingkat reproduksinya sangat rendah? Beri 3 contohnya!
3. Apakah pengertian perkembangbiakan generatif dan perkembangbiakan vegetatif itu?
4. Mengapa perkembangbiakan pada amoeba disebut membelah diri?
5. Bedakan perkembangbiakan isogami dengan perkembangbiakan anisogami!

ANGKUMAN

1. Adaptasi merupakan kemampuan suatu organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungannya. Adaptasi ini digunakan oleh semua organisme dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya dan melestarikan keturunannya
2. Adaptasi ada 3 yaitu: adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.
3. Adaptasi morfologi adalah perubahan bentuk tubuh atau struktur alat-alat tubuh tertentu dari suatu organisme agar dapat sesuai dengan perubahan lingkungannya.
4. Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi kerja organ tubuh suatu organisme dengan perubahan lingkungan yang terjadi di sekitarnya.
5. Adaptasi tingkah laku adalah perubahan tingkah laku suatu organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungannya.
6. Alam selalu melakukan seleksi terhadap organisme-organisme yang hidup di dalamnya. Hal inilah yang senantiasa dinamakan seleksi alam. Hanya organisme yang mampu beradaptasi dengan baik (mampu menyesuaikan diri) terhadap perubahan-perubahan lingkungan yang lulus seleksi alam, sehingga ia terus dapat hidup dan berkembangbiak

7. Setiap makhluk hidup mempunyai kemampuan berkembangbiak yang berbeda-beda. Meski ia telah mampu menyesuaikan diri dengan lingkungannya, tetapi apabila ia tetap tidak dapat berkembangbiak, maka dipastikan dia akan punah.
8. Perkembangbiakan makhluk hidup dapat dilakukan dengan dua cara yaitu perkembangbiakan generatif (secara seksual/kawin) dan perkembangbiakan vegetatif (secara aseksual/tak kawin).
9. Perkembangbiakan vegetatif pada organisme tingkat rendah, misalnya dengan cara: membelah diri, tunas, dan spora.
10. Perkembangbiakan generatif pada organisme tingkat rendah, terjadi dengan cara konjugasi, misalnya; amoeba, paramaecium, dan spirogyra.

UJI KOMPETENSI

I. Pilih jawaban yang paling benar!

1. Perkembangbiakan organisme atau makhluk hidup yang tidak melalui perkawinan disebut
 - a. vegetatif
 - b. tunas
 - c. generatif
 - d. melahirkan
2. Contoh organisme atau makhluk hidup yang berkembangbiak secara vegetatif, yaitu
 - a. kerbau
 - b. kucing
 - c. sapi
 - d. pisang
3. Dua unsur terpenting dalam suatu kromosom adalah
 - a. Gen dan DNA
 - b. Gen dan RNA
 - c. DNA dan RNA
 - d. inti sel dan gen
4. Pada saat kromosom suatu sel menebal sebenarnya sedang
 - a. membuat duplikat
 - b. menuju kematian
 - c. membentuk bakal makhluk hidup
 - d. membentuk gen

5. Bentuk paruh burung yang panjang dan tebal menunjukkan adanya adaptasi secara
 - a. fisiologi
 - b. morfologi
 - c. tingkah laku
 - d. biologi
6. Hewan yang tidak melakukan adaptasi tingkah laku adalah
 - a. bunglon
 - b. cumi-cumi
 - c. rayap
 - d. capung
7. Jumlah sel darah merah pada manusia yang hidup di dataran tinggi lebih banyak jika dibandingkan dengan orang yang berada di dataran rendah. Hal ini menunjukkan terjadinya adaptasi
 - a. morfologi
 - b. tingkah laku
 - c. fisiologi
 - d. biologi
8. Alat indera pada ikan yang berfungsi sebagai alat untuk mengetahui besar kecilnya tekanan air dinamakan
 - a. sirip
 - b. ekor
 - c. gurat sisi
 - d. sisik
9. Sebagai bukti terjadinya penyesuaian makhluk hidup terhadap lingkungan yang dilakukan oleh unta adalah
 - a. mampu bertahan di tempat yang basah
 - b. mampu menghemat air sampai 40%
 - c. mampu mengubah pangkal kaki
 - d. mampu berdiam di tempat yang tidak beralas
10. Individu yang tidak mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan lingkungan akan berakibat
 - a. kuat badannya
 - b. punah
 - c. melahirkan keturunan baru
 - d. kemandulan
11. Hal berikut ini yang tidak dilakukan oleh makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya adalah
 - a. berkembangbiak
 - b. adaptasi
 - c. seleksi alam
 - d. evolusi
12. Faktor makanan dapat mengubah struktur tubuh makhluk hidup. Keadaan ini mencolok pada organ
 - a. kaki pada katak
 - b. bulu-bulu tubuh mamalia
 - c. paruh pada burung
 - d. sisik pada tubuh reptil
13. Usaha untuk menghindari gangguan musuh, makhluk hidup berusaha untuk mengubah warna tubuhnya sesuai dengan keadaan lingkungannya. Perubahan warna tubuh tersebut terjadi dalam waktu relatif lama dan termasuk
 - a. evolusi
 - b. mimikri
 - c. adaptasi
 - d. mutasi
14. Evolusi jarang terjadi pada makhluk hidup yang berkembang biak dengan cara vegetatif. Hal ini disebabkan makhluk hidup yang berkembang biak dengan cara vegetatif
 - a. dapat menurunkan turunannya yang bervariasi
 - b. mempunyai turunan yang sama dari generasi ke generasi
 - c. mudah beradaptasi terhadap lingkungannya
 - d. hanya dapat menurunkan turunan jika mengadakan perkawinan dalam satu spesies
15. Untuk mengambil oksigen dari lingkungannya tumbuhan kayu api membentuk
 - a. akar napas
 - b. akar tunjang
 - c. akar gantung
 - d. akar serabut

II. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan tiga macam adaptasi?
2. Apakah yang dimaksud adaptasi morfologi? Sertakan 3 contohnya!
3. Apakah yang dimaksud adaptasi fisiologi? Sertakan 3 contohnya!
4. Mengapa makhluk hidup harus berkembang biak?
5. Ada berapa jenis perkembangbiakan pada hewan dan tumbuhan?
6. Apa sajakah ciri-ciri tumbuhan hidrofit sehubungan dengan adaptasi?
7. Ikan yang hidup di air asin (laut) lebih sedikit mengeluarkan urin dibandingkan dengan ikan yang hidup di air tawar. Mengapa demikian?
8. Apakah mimikri itu?
9. Apa sajakah organisme bersel satu yang berkembangbiak dengan membelah diri?
10. Dengan cara apa sajakah tumbuhan tingkat tinggi berkembangbiak secara vegetatif? (berikan 5 contoh)

BAB 5

PEWARISAN SIFAT

Standar Kompetensi:

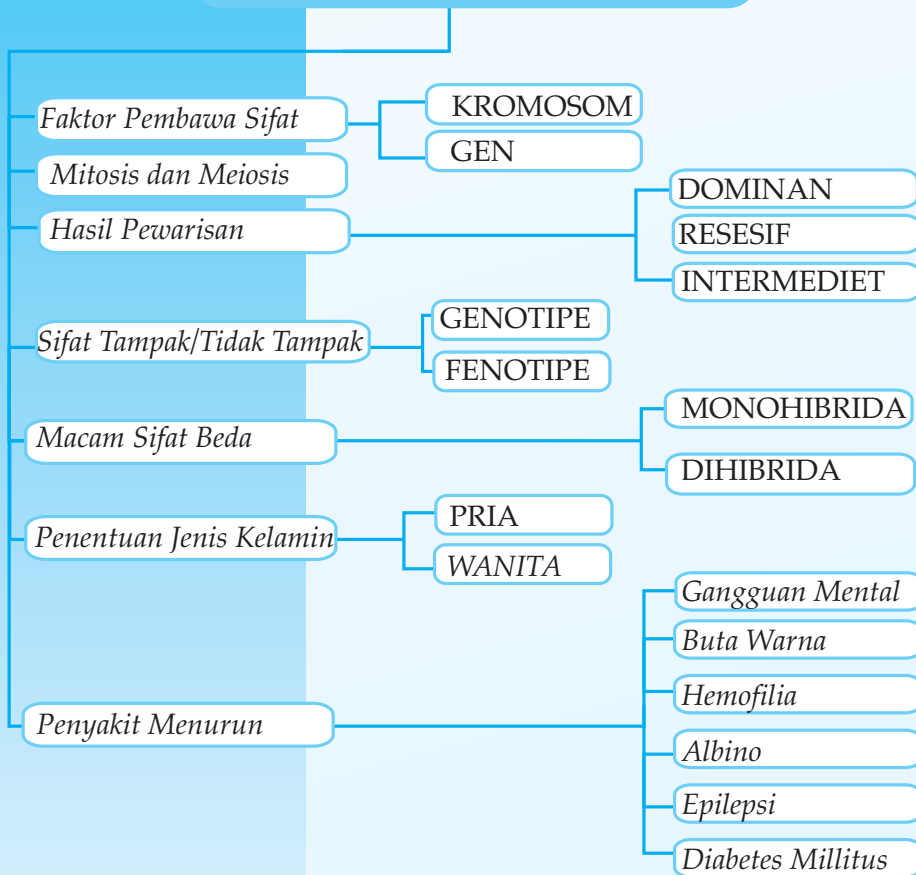
Memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan proses pewarisan sifat pada makhluk hidup.

Mendeskripsikan proses pewarisan dan hasil pewarisan sifat beserta penerapannya.

PEWARISAN SIFAT





sumber: Biology Barrett

Gambar 5.1

Gregor Mendel berjasa dalam menemukan prinsip-prinsip dasar hereditas

hukum Mendel.

Ilmu yang mempelajari bagaimana sifat atau ciri orang tua (induk) diwariskan kepada turunnannya (anaknya) disebut "Genetika". Genetika merupakan salah satu cabang biologi yang semakin berkembang. Genetika mulai banyak digunakan dalam bidang kedokteran, pertanian, peternakan, maupun biologi manusia itu sendiri.

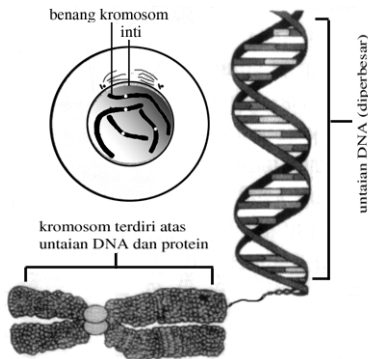
Meskipun orang telah mengetahui adanya penurunan sifat pada makhluk hidup, mereka belum mengetahui bagaimana cara sifat-sifat tersebut diturunkan dari induk kepada anaknya.

Baru pada abad ke-19 **Gregor Johann Mendel** (1822-1884) seorang rahib dari kota Brunn Austria, mengadakan penelitian genetika secara sistematis. Sejak saat itulah Mendel diakui sebagai bapak Genetika karena dianggap sebagai peletak prinsip dasar hereditas (penurunan sifat) yang dikenal dengan

Dalam satu keluarga, juga tidak dapat ditemui adanya persamaan dan perbedaan sifat antara anak dengan kedua orang tuanya. Bahkan antara cucu dengan nenek kakeknya.

A. KROMOSOM DAN GEN SEBAGAI FAKTOR PEMBAWA SIFAT

Masih ingatkah kamu bagian-bagian sel? Di dalam sel terdapat inti (nukleus). Di dalam inti sel terdapat kromosom. Pada th 1902, **Sutton** (seorang ahli genetika) menyatakan bahwa faktor pembawa sifat yang dikemukakan Mendel tersebut terdapat di dalam kromosom. Kromosom adalah benang-benang halus yang berfungsi sebagai pembawa informasi kepada keturunannya. Benang-benang halus itu disebut



Gambar 5.2

Pada saat tidak membelah diri, kromosom tampak berupa benang-benang halus yang disebut benang-benang kromatin

kromatin. Kromosom mengandung struktur yang terdapat benang-benang tipis yang melingkar-lingkar. Pada benang-benang inilah terletak secara teratur struktur yang disebut gen. Tempat gen dalam kromosom disebut lokus. Jadi, gen inilah yang sebenarnya berfungsi mengatur sifat-sifat yang akan diwariskan dari induk kepada turunnannya. Sejumlah gen yang berderet pada kromosom masing-masing memiliki tugas khusus. Ada gen pengatur bunga, tinggi batang, rasa buah, bentuk hidung, bentuk rambut, warna rambut, warna kulit, golongan darah dan sebagainya.

Jumlah kromosom setiap sel organisme berbeda pada organisme yang berbeda jenis. Ukuran kromosom juga sangat bervariasi antara satu jenis organisme dengan jenis organisme lainnya.



Gambar 5.3
Sepasang kromosom homolog

Tabel 1
JUMLAH KROMOSOM PADA
BEBERAPA ORGANISME

No.	Jenis Organisme	Jumlah Kromosom
1.	Nyamuk	6
2.	Lalat	12
3.	Kacang ercis	14
4.	Jagung	20
5.	Kucing	38
6.	Tikus	42
7.	Manusia	46
8.	Kentang	48
9.	Kuda	60
10.	Ayam	78

Dalam setiap sel tubuh, kromosom berada dalam keadaan berpasang-pasangan, yang demikian disebut kromosom homolog. Setiap pasangan kromosom homolog berbeda dengan pasangan kromosom homolog lainnya. Pasangan-pasangan kromosom sel tubuh disebut alela. Kromosom pada sel kelamin tidak berpasangan hanya satu kromosom disebut haploid (n). Kromosom yang menentukan jenis kelamin disebut kromosom kelamin (sex kromosom), sedangkan kromosom yang tidak berperan menentukan jenis kelamin disebut kromosom tubuh (autosom).



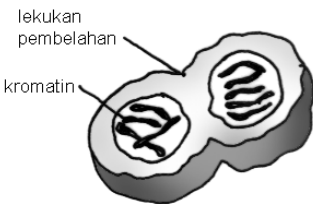
Sifat-sifat menurun diwariskan induk kepada keturunannya melalui sel kelamin, yaitu sel sperma dan ovum (sel telur) atau serbuk sari dan putik. Organisme jantan akan mewariskan sifat-sifat yang dimiliki melalui sperma, sementara itu, organisme betina akan mewariskan sifat-sifat yang dimilikinya melalui ovum. Pewarisan tersebut terjadi melalui 2 proses pembelahan, yaitu:

a. Pembelahan Sel secara Mitosis

Jumlah kromosom sel anak sama dengan jumlah kromosom sel induk.

Tahapan Pembelahan sel secara Mitosis





Tahapan	Ciri-ciri	Gambar
Interfase	<ul style="list-style-type: none"> Semua bagian sel mempersiapkan diri untuk melakukan pembelahan. Inti sel dan bagian sel lainnya mulai jelas terlihat. 	
Profase	<ul style="list-style-type: none"> Kromosom melekat pada serat gelondong Benang kromosom mulai menebal 	





Tahapan	Ciri-ciri	Gambar
Metafase	<ul style="list-style-type: none"> Benang kromosom mulai menebal M a s i n g - m a s i n g kromosom menarik diri di bidang ekuator. 	 <p>benang spindel</p>
Anafase	<ul style="list-style-type: none"> Terbentuk benang plasma di kutub inti sel Sebagian dari benang plasma menuju pada kutub yang berlawanan sambil mengikat kromosom. Benang plasma yang mengikat kromosom itu menarik kromosom ke arah kutub berlawanan. 	 <p>kromosom anakon</p>
Telofase	<ul style="list-style-type: none"> Kromosom mengumpul pada masing-masing kutub dan saling melebur. Komponen inti sel dan dinding inti mulai terbentuk, sehingga terbentuk 2 buah inti Terbentuk selaput pemisah/sekat pemisah Terbentuk dua buah sel 	 <p>lekukan pembelahan kromatin</p>

b. Pembelahan Sel secara Meiosis

Meiosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan sel anak dengan jumlah kromosom setengah dari jumlah sel induk. Pembelahan secara meiosis terjadi pada sel generatif (sel kelamin) yang diploid. Meiosis berlangsung melalui dua tahap, yaitu meiosis I dan meiosis II. Perhatikan tabel di bawah ini.

Tahap Pembelahan Sel secara Meiosis

1. Inti sel dengan kromosom yang berpasangan (diploid)	2. Benang-benang kromatin menjadi kromosom	3. tiap bagian kromosom homolog mengganda	4. Terbentuknya kromosom tetrad
			

5. Pembelahan meiosis I	6. Terbentuknya kromosom diad	7. Pembelahan meiosis II	8. Sel anak dengan nukleus haploid
			

B. DOMINAN, RESESIF, DAN INTERMEDIAT

Seorang ayah dengan rambut keriting dan ibu berambut lurus, ternyata mempunyai anak rambut keriting. Dalam suatu perkawinan, pada keturunannya akan ada sifat yang muncul atau ada sifat yang tidak muncul (tertutup) dari salah satu sifat induknya. Sifat yang muncul (rambut keriting) pada keturunan dari salah satu induk dengan mengalahkan sifat pasangannya disebut sifat *dominan*. Sebaliknya, sifat yang tidak muncul pada keturunannya karena dikalahkan (ditutupi oleh pasangannya) disebut sifat *resesif*.



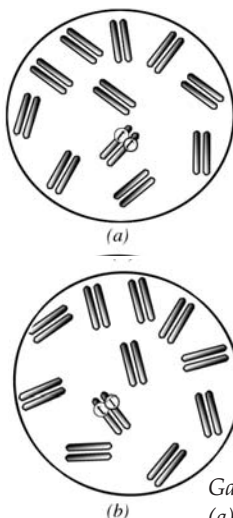
sumber: Biology Barretta

Gambar 5.4

Bunga kacang polong ungu bersifat dominan dan bunga mawar putih bersifat resesif

Akan tetapi, dapat pula terjadi dalam suatu persilangan bahwa sifat kedua induk saling mempengaruhi sehingga sifat yang muncul pada keturunannya merupakan campuran dari kedua induknya. Sifat yang demikian disebut sifat *intermediat* (dominan parsial) misalnya, tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) keturunannya tanaman bunga pukul empat yang berbunga merah muda.

C. GENOTIPE DAN FENOTIPE



Gambar 5.5

(a) alel-alel homozigot
(b) alel-alel heterozigot

Untuk memudahkan dalam mempelajari persilangan gen yang berperan dalam pengaturan atau penentuan sifat diberikan lambang yang berupa huruf besar dan huruf kecil. Gen yang bersifat dominan dinyatakan dengan huruf kapital misalnya, gen yang menentukan sifat hidung mancung dengan huruf "M". Gen yang bersifat resesif biasanya dinyatakan dengan huruf kecil misalnya, gen untuk hidung pesek ditulis dengan huruf "m". Jadi, dapat diartikan bahwa hidung mancung dominan terhadap hidung pesek atau hidung pesek resesif terhadap hidung mancung. Telah diketahui bahwa spermatozoid haploid (n) dengan ovum yang juga bersifat haploid (n) membentuk zigot. Zigot tumbuh dan berkembang menjadi individu yang bersifat diploid (2n).

Adapun contoh sifat individu diploid ($2n$) yang dilambangkan dengan huruf adalah sebagai berikut.

MM : simbol untuk seorang yang berhidung mancung, gamet yang dibentuk M dan M.

mm : simbol untuk seorang yang berhidung pesek, gamet yang dibentuk m dan m.

Mm : simbol untuk seorang yang berhidung tidak pesek dan tidak mancung (sedang-sedang), gamet yang dibentuk M dan m.

Susunan atau komposisi gen yang menentukan sifat suatu individu disebut *genotipe*. Simbol untuk genotipe ditulis dengan huruf yang berpasangan, misalnya TT, Tt atau tt, MM, Mm, atau mm.

Sifat-sifat lahiriah yang tampak atau merupakan bentuk luar yang dapat diamati disebut *fenotipe*. Fenotipe ditentukan oleh gen dan lingkungan. Fenotipe ini tidak diberi simbol tetapi ditulis sesuai dengan penampakkannya. Misalnya, batang tinggi, warna bunga merah, warna biji mata biru, dan sebagainya. Tanaman berbatang tinggi fenotipenya ditulis batang tinggi dan genotipenya ditulis TT atau Tt bila T dominan terhadap t.

Genotipe dari tumbuhan-tumbuhan yang disebut di atas tidak berubah. Akan tetapi, karena faktor lingkungannya berbeda maka fenotipenya dapat berbeda (berubah). Dalam persilangan digunakan simbol-simbol yaitu:

1. P : parental berarti induk
2. F : filial, berarti keturunan. Filial diperoleh sebagai hasil dari persilangan atau perkawinan parental.
3. F_1 : keturunan pertama
4. F_2 : keturunan kedua, dan seterusnya

UJI PEMAHAMAN

1. Siapakah bapak genetika itu?
2. Apa sajakah faktor pembawa sifat dari induk kepada keturunannya?
3. Apakah yang disebut kromosom homolog?
4. Apakah pengertian genotipe dan fenotipe itu?
5. Apakah yang dimaksud dengan: dominan, resesif, dan intermediet.

D. PERSILANGAN INDIVIDU DENGAN SATU SIFAT BEDA

Persilangan dua individu dengan mengawinkan hanya satu sifat tertentu sangatlah mustahil dilaksanakan, karena pada dasarnya individu itu memiliki beberapa sifat tertentu. Artinya, persilangan dua individu dengan hanya memperhatikan satu sifat beda seakan-akan mengabaikan sifat-sifat yang lainnya. Misalnya, kita memperhatikan warna rambut seorang anak perempuan yang merupakan campuran dari kedua orang tuanya. Dalam hal ini kita mengabaikan sifat-sifat yang lain dan hanya memperhatikan satu sifat beda. Persilangan dua individu dengan satu sifat beda disebut dengan persilangan "monohibrid".



Kegiatan 5.1 Monohibrida dengan Sifat Dominan Penuh

Tujuan : Untuk mengetahui dan memahami persilangan monohibrid yang memiliki gen yang dominan.

Langkah Kerja :

Isilah bagan persilangan berikut dari hasil perkawinan seorang ayah berhidung mancung dengan seorang ibu berhidung pesek hingga keturunan keduanya (F_2). Dalam hal ini sifat mancung dinyatakan dengan M sedangkan sifat hidung pesek dinyatakan dengan m.

P (fenotipe) : ♂ hidung mancung \times ♀ hidung pesek

(genotipe) : \times
G (gamet) : dan dan

F₁ : (Genotipe)
..... (Fenotipe)

P₂ : F₁ \times F₁

P₂ (fenotipe) ♂ \times ♀
(genotipe) \times
G (gamet) : dan dan

F₂

♀	♂	M	m
		1	2
M		3	4
m			

No. Kotak	Genotipe	Fenotipe
1.
2.
3.
4.

Diskusi :

1. Sebutkan genotipe dan fenotipe turunan pertamanya?
2. Jika hidung mancung dominan terhadap hidung pesek, apakah yang dapat kalian simpulkan tentang sifat gen kedua orang tuanya?
3. Jika gamet F_1 dikawinkan, nyatakan genotipe dan fenotipe turunan kedua?
4. Berdasarkan pertanyaan no. 2, apakah sifat intermediat muncul pada F_1 dan F_2 jelaskan jawabanmu!
5. Tentukan perbandingan fenotipe dan genotipe dari F_2 !
6. Berapa presentase yang berhidung mancung dan berhidung pesek?

Pada persilangan dengan satu sifat beda atau monohibrid, kita akan mudah melihat ada tidaknya sifat dominan dan resesif yang diturunkan. Apabila hasil perkawinan dari seorang ayah berhidung mancung dengan seorang ibu berhidung pesek adalah hidung mancung. Dengan demikian sifat yang diturunkan dominan penuh. Adapun jika hidung anak-anaknya tidak terlalu mancung (sedang) maka sifat yang diturunkan adalah intermediat.



Kegiatan 5.2 Monohibrid dengan Sifat Gen Intermediat

Tujuan : Untuk menentukan rasio hasil persilangan monohibrid yang memiliki sifat gen dominan tidak penuh atau intermediat

Alat dan Bahan :

- 2 buah gelas kimia 500 ml (bisa diganti kaleng bekas susu)
- 50 pasang kancing merah (100 buah)
- 50 pasang kancing putih (100 buah)

Langkah Kerja :

1. Siapkan gelas kimia, satu diberi tanda ♂ (jantan), sedangkan yang satu lagi diberi tanda ♀ (betina)!
2. Masukkan ke dalam setiap wadah tersebut 50 buah kancing merah dan 50 buah kancing putih!
3. Kocoklah setiap wadah tersebut hingga kancing merah dan kancing putih bercampur!
4. Tanpa melihat kedua wadah tersebut dan dalam waktu bersamaan ambillah satu persatu kancing dari wadah ♂ dan satu persatu kancing dari wadah ♀. Kemudian pasangkan. Amati setiap warna pasangan kancing yang muncul tersebut setelah semua kancing diambil.

5. Catatlah hasil percobaan kalian dalam daftar tabel berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

No.	Warna Pasangan	Kode	Tabulasi	Jumlah
1.	Merah – merah	.....	.....	.....
2.	Merah – putih	.....	.....	.....
3.	Putih - putih	.....	.....	.....

Diskusi :

Setelah kalian melakukan kegiatan tersebut, jawablah pertanyaan berikut!

1. Berapakah jumlah kancing yang genotipenya MM?
 2. Berapakah jumlah kancing yang genotipenya Mm dan mM?
 3. Berapakah jumlah kancing yang genotipenya mm?
 4. Berapakah perbandingan genotipe MM, Mm/mM dan mm?
 5. Apabila hasil persilangan tersebut merupakan peristiwa intermediat, bagaimanakah kecenderungan perbandingan fenotipenya?
 6. Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatanmu?
- Susunlah Portofolio berupa laporan tertulis dari hasil pengamatanmu

UJI PEMAHAMAN

1. Apakah pengertian monohibrida itu?
2. Bunga Bougenvil warna merah disilangkan dengan Bougenvil warna putih. Warna merah dominan penuh terhadap warna putih.
 - a. Tentukan genotipe dan fenotipe F_1 !
 - b. Tentukan genotipe dan fenotipe F_2 !
 - c. Tentukan rasio perbandingan genotipe dan fenotipe hasil F_2 !

E. PERSILANGAN INDIVIDU DENGAN DUA SIFAT BEDA

Pada umumnya, perkawinan atau persilangan melibatkan seluruh sifat-sifat yang dimiliki oleh kedua pasangan yang melakukan perkawinan misalnya, seorang pria yang bertubuh tinggi, berambut keriting, dan berhidung mancung menikah dengan seorang wanita yang bertubuh pendek, berambut lurus dan berhidung pesek. Dari hasil perkawinan itu, keturunan yang dilahirkan akan memiliki sifat dari keduanya. Oleh karena itu persilangan dua individu dengan lebih dari satu sifat beda lebih mungkin terjadi daripada persilangan dengan satu sifat beda.

Dalam pelajaran ini, kalian akan mempelajari persilangan dua individu dengan dua sifat beda. Persilangan seperti itu disebut dihibrid. Bagaimanakah bentuk persilangannya?

Seorang laki-laki bertubuh tinggi (TT) berhidung mancung (HH) menikah dengan seorang wanita yang bertubuh pendek (tt) dan berhidung pesek (hh). Keturunan pada F_1 adalah bertubuh tinggi dan berhidung mancung. Dengan demikian, hidung pesek atau bertubuh pendek bersifat resesif.

Apabila turunan pertama (F_1) setelah dewasa menikah dengan orang lain yang juga bergenotipe sama, kemungkinan anak yang dilahirkan memiliki struktur tubuh seperti berikut :

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| 1) bertubuh tinggi berhidung mancung | (TTHH) |
| 2) bertubuh tinggi berhidung mancung | (TTHh) |
| 3) bertubuh tinggi berhidung mancung | (TtHH) |
| 4) bertubuh tinggi berhidung mancung | (TtHh) |
| 5) bertubuh tinggi berhidung pesek | (TThh) |
| 6) bertubuh tinggi berhidung pesek | (Tthh) |
| 7) bertubuh pendek berhidung mancung | (ttHH) |
| 8) bertubuh pendek berhidung mancung | (ttHh) |
| 9) Bertubuh pendek berhidung pesek | (tthh) |

Secara rinci perkawinan silang tersebut dapat digambarkan seperti diagram berikut ini.

♀		♂
P genotipe :	TTHH	>< tthh
Fenotipe :	Tubuh tinggi Hidung mancung	tubuh pendek hidung pesek
Gamet :	TH	th
F_1 :	ThHh (lebih tinggi, hidung mancung)	
F_2 :	TtHh	>< TtHh
	(F_1)	(F_1)
Gamet :	TH, Th, tH, th	

♀ \ ♂	TH	Th	tH	th
TH	TTHH	TTHh	TtHH	TtHh
Th	TTHh	TThh	TtHh	Tthh
tH	TtHH	TtHh	TtHH	TtHh
th	TtHh	Tthh	ttHh	tthh

Turunan kedua (F_2) dari persilangan tersebut adalah sebagai berikut. Berdasarkan tabel tersebut, kita dapat menentukan perbandingan fenotipe keturunannya pada F_2 (keturunan kedua).

Perbandingan tersebut adalah :

- 1) anak yang bertubuh tinggi berhidung mancung = 9
- 2) anak yang bertubuh tinggi berhidung pesek = 3
- 3) anak yang bertubuh pendek berhidung mancung = 3
- 4) anak yang bertubuh pendek berhidung pesek = 1

Dewasa ini perkawinan silang banyak dikembangkan dalam bidang pertanian, peternakan, dan perikanan. Perkawinan tersebut bertujuan untuk meningkatkan hasilnya. Misalnya, sekarang kita mengenal kelapa hibrida, sapi hibrida, ayam hibrida, dan kambing hibrida. Hal ini menunjukkan bahwa makhluk hidup tersebut merupakan hasil perkawinan silang.



Kegiatan 5.3 Persilangan Individu dengan Dua Sifat Beda

Tujuan : Menemukan angka-angka perbandingan genotipe dan fenotipe perkawinan dihibrida.

Alat dan Bahan :

- kotak genetika (genetic box) dengan 4 warna (merah, putih, hijau, dan kuning)
Gen merah (M), putih (m), hijau (H), kuning (h) masing-masing 2 x 96 buah
- Seal tape
- Kain penutup mata
- Beaker glass 500 cc/kotak

Langkah Kerja :

1. Ikatlah model gen dengan seal tape sehingga membentuk gabungan MH, Mh, mH, dan mh. Sebagai model gamet dari individu F_1 !
2. Tempatkan dalam sebuah kotak (gelas kimia) 48 buah model gen MH, 48 Mh, 48 mH, dan 48 mh. Berilah tanda ♂ kotak jantan.
3. Tempatkan ke dalam kotak (gelas kimia) lain sisa model gen dan berilah tanda ♀ dalam kotak betina.
4. Aduklah masing-masing kotak (gelas kimia) sehingga model gen-gen itu bercampur aduk seluruhnya.
5. Secara serentak ambillah dari kedua kotak dengan mata tertutup kain, pasangan model gen tersebut dan campurkan kedua pasangan itu (satu kali ambil hanya boleh mengambil satu pasang saja).
6. Catatlah hasil kombinasi pasangan tersebut pada tabel pengamatan.
Contoh : bila pada kotak jantan terambil model gen pasangan mH dan dari kotak betina terambil gen pasangan MH maka rumus kombinasi adalah MmHH.

Perjanjian

1. Model gen merah (M) merupakan gen pembawa sifat warna merah dan bersifat dominan.

- ### Tabel Hasil Pengamatan

Diagram Papan Catur

<div> <div>♂</div> <div>♀</div> </div>
.....	1	2	3	4
.....	5	6	7	8
.....	9	10	11	12
.....	13	14	15	16

Kemungkinan genotipe dan fenotipe F₂

No.	Nomor pada papan catur	Genotif	Fenotif	Jumlah

Pertanyaan :

1. Tentukan perbandingan genotipe dan fenotipe dari F₂ pada persilangan di atas!
 2. Apabila dari persilangan tersebut diperoleh F₂ sebanyak 48 batang, berapa kali persilangan dan bagaimanakah perbandingan fenotipe turunan yang dihasilkan?
- Susunlah portofolio berupa laporan tertulis!

UJI PEMAHAMAN

Kacang kapri berbiji bulat kuning disilangkan dengan kacang kapri berbiji keriput hijau, biji bulat kuning dominan penuh.

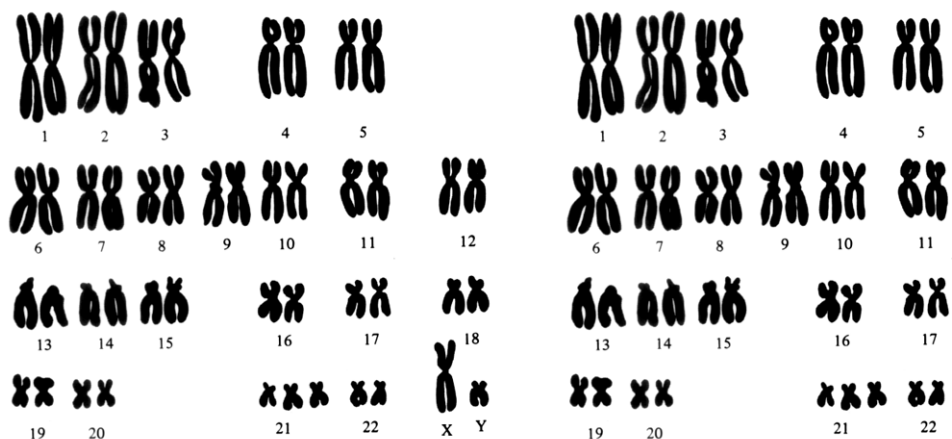
- a. Tentukan genotipe dan fenotipe F₁!
- b. Tentukan genotipe dan fenotipe F₂!
- c. Tentukan rasio perbandingan genotipe dan fenotipe hasil F₂!

F. PEWARISAN SIFAT PADA MANUSIA

1. Penentuan Jenis Kelamin

Manusia memiliki 46 kromosom atau 23 pasang kromosom. Baik laki-laki maupun perempuan memiliki 22 pasang kromosom yang bentuk dan ukurannya sama. Akan tetapi, pasangan kromosom ke-23 pada laki-laki berbeda dengan pasangan kromosom

ke-23 pada perempuan. Pasangan kromosom yang berbeda inilah yang disebut kromosom seks (kromosom kelamin). Kromosom yang lebih besar disebut kromosom X, sedangkan kromosom yang lebih kecil disebut kromosom Y. Perhatikan gambar berikut!



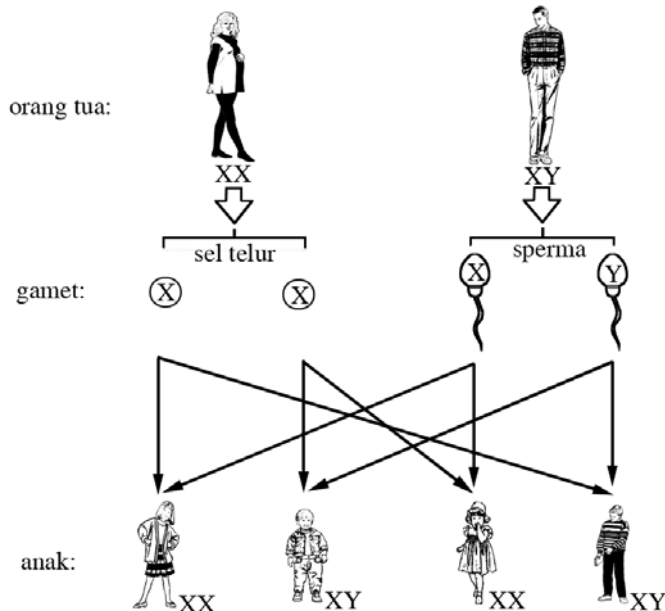
Susunan kromosom laki-laki

Susunan kromosom perempuan

sumber: Biology Barretta

Gambar 5.6 Susunan kromosom

Setiap sel tubuh perempuan membawa dua kromosom X. Oleh karena itu, pada saat oogenesis hanya menghasilkan ovum yang mengandung satu kromosom X. sedangkan setiap sel tubuh laki-laki membawa kromosom X dan kromosom Y. oleh karena itu, pada saat spermatogenesis menghasilkan dua tipe sperma, yaitu 50% mengandung sebuah kromosom X dan 50% mengandung sebuah kromosom Y.



Jenis kelamin seorang bayi tergantung tipe sperma yang membuahi ovum. Jika sperma yang mengandung kromosom X membuahi ovum maka bayi yang tumbuh berkelamin perempuan. Jika sperma yang mengandung kromosom Y membuahi ovum maka bayi yang tumbuh berkelamin laki-laki. Perhatikan gambar 5.7!

Gambar 5.7

Pewarisan jenis kelamin pada manusia

2. Pewarisan Cacat dan Penyakit Menurun

Ada beberapa cacat tubuh atau penyakit pada manusia yang diturunkan oleh orang tua kepada anak dan cucunya. Penyakit atau cacat tubuh sifatnya menurun umumnya tidak dapat disembuhkan secara menyeluruh. Namun, sebenarnya cacat dan penyakit menurun ini dapat dicegah antara lain dengan cara menghindari perkawinan antara keluarga dekat (hubungan darahnya dekat).

Cacat atau penyakit menurun pada manusia dapat diwariskan melalui autosom atau kromosom kelamin.

a. Gangguan Mental



Gangguan mental yang dapat diturunkan atau diwariskan antara lain debil, imbisil dan idiot. Sifat menurun ini dikendalikan oleh gen resesif yang tidak terpaut kelamin. Seseorang yang mengalami gangguan mental umumnya menunjukkan gejala kebodohan dan reaksi refleksnya lamban.

Gambar 5.8 Sindrom down. Gangguan mental diwariskan dari orang tua kepada anak melalui autosom. Penderita gangguan mental memiliki kelebihan pada jumlah autosom nomor 21

sumber: Dasar-dasar Genetika

Seorang anak yang mengalami gangguan mental berasal dari pasangan yang kedua orangtuanya memiliki kromosom heterozigot pembawa sifat dengan genotipe Aa (normal heterozigot). Gen A adalah gen normal dan gen a adalah gen gangguan mental. Bila suami istri masing-masing memiliki gen heterozigot (Aa), kemungkinan anaknya akan mengalami kelainan gangguan mental dengan genotipe aa.

b. Buta Warna

Buta warna adalah cacat menurun yang ditentukan oleh gen resesif terpaut kelamin (terpaut pada kromosom X). Buta warna dibedakan menjadi buta warna parsial dan buta warna total. Penderita buta warna parsial tidak dapat membedakan warna tertentu, misalnya merah dan hijau. Penderita buta warna total tidak dapat membedakan semua jenis warna sehingga hanya tampak hitam dan putih saja.

Gen yang melihat warna terdapat pada kromosom X, bila laki-laki satu alel resesif buta warna pada kromosom X maka ia akan buta warna. Berbeda dengan perempuan, bila memiliki satu alel yang resesif maka ia hanya sebagai pembawa sifat (carrier). Seorang perempuan akan buta warna bila ia memiliki kedua alel yang resesif pada kedua kromosom kelaminnya.

Genotipe orang normal dan buta warna adalah sebagai berikut :

- 1) X^CY : laki-laki normal
- 2) X^cY : laki-laki buta warna
- 3) X^CX^C : perempuan normal
- 4) X^CX^c : perempuan pembawa sifat (carrier)
- 5) X^cX^c : perempuan buta warna

c. Hemofilia

Hemofilia merupakan penyakit menurun yang ditentukan oleh gen resesif terpaut kelimin pada kromosom X. orang yang menderita hemofilia memiliki darah yang sukar membeku.

Gen H menunjukkan sifat normal dan gen h menyebabkan hemofilia. Bila seseorang laki-laki memiliki gen h penyebab hemofilia pada kromosom X, maka ia akan menderita hemofilia. Karena laki-laki hanya memiliki satu kromosom X yang diwarisi oleh ibunya, maka seorang laki-laki hemofilia dapat diturunkan dari seorang ibu yang carrier. Sebaliknya, perempuan yang memiliki satu gen penyebab hemofilia pada kromosom X-nya, hanya sebagai pembawa sifat. Perempuan menderita hemofilia bila kedua kromosom X-nya mengandung gen hemofilia. Akan tetapi perempuan dalam keadaan homozigot resesif (X^hX^h) bersifat letal, artinya menyebabkan kematian. Jadi, perempuan hemofilia telah mati sebelum lahir (pada saat masih dalam bentuk embrio).

Kemungkinan genotipe orang normal dan hemofilia adalah sebagai berikut:

1. X^HY : laki-laki normal
2. X^hY : laki-laki hemofilia
3. X^HX^H : perempuan normal
4. X^HX^h : perempuan pembawa sifat (carrier)
5. X^hX^h : perempuan hemofilia

G. MANFAAT PENGEMBANGBIAKAN TANAMAN DAN HEWAN DENGAN SIFAT-SIFAT UNGGUL

Kalian telah mengetahui bahwa organisme memiliki banyak variasi. Oleh karena itu, usaha manusia melakukan perkawinan silang diharapkan dapat memperoleh hasil yang lebih unggul. Untuk mendapatkan hal semacam itu, persilangan harus dilakukan beberapa kali sehingga sifat-sifat unggul itu bergabung dalam satu individu.

Dapatkah kalian menyebutkan salah satu contoh tanaman yang telah diteliti sehingga memperoleh jenis unggul? Salah satunya adalah padi. Adapun padi jenis unggul antara lain padi Bengawan, Shinta, Asahan, Citarum, dan Barito. Selain itu, telah ditemukan pula varietas padi C4 oleh **Dr. Hardian Siregar**, beliau memperoleh penghargaan atas jasa-jasanya karena telah menemukan berbagai jenis padi unggul.

Jenis padi unggul lainnya seperti PB5, PB6, dan PB24 merupakan jenis yang dihasilkan oleh Lembaga Penelitian Padi Internasional atau IRRI bekerja sama dengan pemerintah Indonesia. IRRI singkatan dari International Rice Research Institute, yang berkedudukan di Los Banos Filipina.

PB singkatan dari Peta Baru karena salah satu dari jenis induknya adalah padi Peta, yang ditemukan oleh **Dr. Hardian Siregar**. Padi Peta mempunyai sifat antara lain hasil produksi tinggi, umur pendek, rumpun tinggi, tetapi rasanya tidak enak.

Berdasarkan hal tersebut, IRRI melakukan persilangan antara padi Peta dan jenis padi lain sehingga menghasilkan PB5 dan PB8. Sifat padi tersebut antara lain daya hasil tinggi, umur lebih pendek, rumpun pendek, dan rasanya tidak enak. Kemudian, padi itu disilangkan lagi dengan padi Shinta hingga menghasilkan PB24 yang

memiliki umur pendek (120), lebih tahan penyakit dan rasanya pulen. Sifat tersebut sesuai dengan selera yang diinginkan oleh orang Indonesia dan Filipina.

Persilangan yang ke-1561 lebih baik lagi dari PB24 karena dapat dipanen dari umur 100 sampai dengan 105 hari. Sampai sekarang IRRI telah membuat persilangan lebih dari 1900 persilangan padi unggul. Perbaikan jenis dengan persilangan dilakukan juga pada tumbuhan lain. Selain tumbuhan, perkawinan silang dapat dilakukan pada beberapa jenis ternak, seperti pada sapi perah, sapi karapan, ayam broiler, ayam petelur, dan ayam bromo. Ayam bromo mempunyai daya bertelur yang tinggi dan tahan terhadap penyakit.

Dengan melihat sifat-sifat unggul yang dimiliki oleh hewan ternak, melalui penyilangan buatan dapat diperoleh kualitas ternak yang lebih baik. Kualitas ternak yang lebih baik, misalnya produksi daging dan susu berkualitas tinggi. Penyilangan buatan pada hewan ternak misalnya pada sapi dan kambing. Penyilangan dilakukan dengan cara inseminasi buatan (kawin suntik).

Inseminasi buatan telah dilakukan pada sapi Bali dan sapi perah. Sapi Bali memiliki sifat-sifat unggul antara lain dagingnya berkualitas tinggi, daya adaptasi terhadap lingkungan baik, sebagai perumput yang baik, dan dapat berkembang dengan baik meskipun tingkat pakannya rendah. Adapun sapi perah memiliki bibit yang berasal dari Amerika dan Belanda. Sapi perah menghasilkan produksi susu yang lebih baik. Lihat gambar!

Inseminasi buatan juga dapat dilakukan pada ternak kambing. Misalnya, penyilangan antara kambing etawa lokal dengan kambing boer menghasilkan kambing pedaging berbobot, yang bagus untuk penggemukan. Lihat gambar!

Pengembangbiakan dengan sifat unggul dapat dilakukan pada tanaman maupun hewan ternak. Tujuan pengembangbiakan tumbuhan dan hewan yang memiliki sifat-sifat unggul terutama untuk meningkatkan produksi pertanian dan meningkatkan kualitas ternak.

UJI PEMAHAMAN

1. Kromosom apa sajakah yang dimiliki baik pria maupun wanita?
2. Apa beda pengertian buta warna parsial dengan buta warna total?
3. Apakah tujuan pengembangbiakan tumbuhan dan hewan yang memiliki sifat unggul?



ANGKUMAN

1. Ilmu genetika ialah ilmu yang mempelajari bagaimana sifat atau ciri orang tua (induk) diwariskan kepada keturunannya.
2. Kromosom dan gen merupakan 2 faktor pembawa sifat dari induk kepada keturunannya.
3. Kromosom merupakan benang-benang halus yang berfungsi sebagai pembawa informasi kepada keturunannya.
4. Tempat gen dalam kromosom disebut locus.
5. Persilangan dua individu dengan satu sifat beda disebut dengan persilangan monohibrida.
6. Jenis kelamin bayi tergantung dari tipe sperma yang membuahinya.
7. Cacat atau penyakit menurun pada manusia dapat diwariskan melalui kromosom kelamin.
8. Gangguan mental yang bisa diturunkan oleh induk kepada keturunannya ialah: debil, imbilis, dan idiot.
9. Penderita buta warna parsial tidak dapat membedakan warna tertentu, misalnya merah dan hijau.
10. Penderita buta warna total tidak dapat membedakan semua jenis warna, semua tampak hitam dan putih saja.
11. Pada penderita hemofilia bila luka mengeluarkan darah maka darah sukar untuk membeku atau berhenti.
12. Pada hewan persilangan biasanya dilakukan melalui inseminasi buatan (kawin suntik).

I. Pilihlah jawaban yang paling benar!

1. Sifat pada organisme yang tampak dari luar (fenotipe) ditentukan oleh
 - a. lingkungan saja
 - b. genotipe dan lingkungan
 - c. kromosom saja
 - d. gen saja
2. Berikut ini yang merupakan genotipe dari satu makhluk hidup adalah
 - a. ketahanan terhadap penyakit
 - b. warna kulit
 - c. warna rambut
 - d. bentuk rambut
3. Padi yang bulirnya banyak disilangkan dengan padi yang bulirnya sedikit, keturunannya adalah padi yang berbulir banyak. Berarti sifat berbulir banyak adalah
 - a. bervariasi
 - b. warna kulit
 - c. resesif
 - d. intermediat
4. Pada persilangan antara kacang ercis berbiji bulat kuning dominan dengan kacang ercis berbiji kisut hijau resesif, maka sifat fenotipe yang muncul pada F_2 adalah *bulat kuning, bulat hijau, kisut kuning, dan kisut hijau* dengan perbandingan
 - a. 9 : 1 : 3 : 3 c. 9 : 3 : 3 : 1
 - b. 3 : 9 : 3 : 1 d. 1 : 3 : 3 : 9
5. Persilangan antara tumbuhan ercis berbunga merah dominan dengan tumbuhan ercis berbunga putih resesif pada turunan dua (F_2) menghasilkan fenotipe
 - a. merah : putih = 75% : 25%
 - b. merah : putih = 50% : 50%
 - c. merah : merah muda = 75% : 25%
 - d. merah : merah muda = 50% : 50%
6. Genotipe F_1 intermediat adalah ...
 - a. MM c. Mm
 - b. mm d. M-
7. Perbandingan fenotipe F_2 intermediat adalah
 - a. 1 merah : 2 merah muda : 1 putih
 - b. 1 merah : 2 merah : 1 putih
 - c. 1 merah : 3 putih
 - d. 1 putih : 3 merah
8. Perbandingan genotipe F_1 intermediat adalah
 - a. 1 MM : 3 mm
 - b. 1 mm : 3 MM
 - c. 1 MM : 2 Mm : 1 mm
 - d. 1 MM : 2 mm : 1 Mm
9. Macam gamet pada individu RrHh adalah
 - a. Rr dan Hh
 - b. RH, Rh, RH dan rh
 - c. Rr, r, H dan h
 - d. R dan H
10. Jumlah gamet yang terbentuk pada gen AaBbCc adalah
 - a. 4 buah
 - b. 6 buah
 - c. 8 buah
 - d. 10 buah
11. Penyakit-penyakit di bawah ini yang tidak tergolong menurun, yaitu
 - a. hemofilia
 - b. buta warna
 - c. tifus
 - d. kencing manis

Untuk soal 12 s/d 15 perhatikan soal di bawah ini, lengkapilah :

Marmut berbulu hitam (BB), halus (HH) disilangkan dengan marmut berbulu putih (bb), kasar (hh) maka semua turunannya (F_1) berbulu hitam halus (BbHh). Bila marmut berbulu hitam halus F_1 ini disilangkan sesamanya, maka hasilnya dapat dilihat seperti diagram berikut.

♂ ♀	BH	Bh	bH	bh
BH	1	2	3	4
Bh	5	6	7	8
bH	9	10	11	12
bh	13	14	15	16

12. Turunan yang memiliki genotipe dan fenotipe persis sama dengan induk pertama adalah turunan nomor
 - a. 1 dan 16
 - b. 6 dan 8
 - c. 4 dan 13
 - d. 4, 7, 9 dan 10
 - e. 2 dan 5
13. Turunan yang mempunyai susunan genotipe dan fenotipe yang persis sama adalah turunan nomor
 - a. 4, 7, 10 dan 13
 - b. 2, 5, 12, dan 15
 - c. 8, 11, dan 14
14. Genotipe homozigot ditentukan pada turunan nomor
 - a. 1, 2, 3, dan 4
 - b. 8, 11, 12, dan 14
 - c. 6, 8, 11, dan 14
 - d. 1, 6, 14, dan 16
 - e. 4, 6, 11, dan 13
15. Turunan yang berfenotipe bulu hitam dan kasar adalah nomor
 - a. 1, 2, dan 3
 - b. 6, 11, dan 12
 - c. 1, 6, dan 12
 - d. 13, 15, dan 16
 - e. 6, 8 dan 14

II. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Pada persilangan ayam berbulu hitam (HH) dengan ayam berbulu putih (hh) terjadi sifat intermediat F_1 diperoleh ayam berbulu abu-abu (Hh). Jika disilangkan (F_1) sesamanya berapa :
 - a) perbandingan fenotipe dan genotipenya,
 - b) persentase individu yang homozigot,
 - c) persentase individu yang berbulu hitam, pada F_2 -nya?
2. Disilangkan biji kacang ercis kuning (KKBB) dengan ercis hijau kisut (kkbb)
 - a) Tuliskan genotipe dan fenotipe F_1 -nya!
 - b) Berapa jumlah kombinasi pasangan gen yang muncul pada F_2 ?
 - c) Kombinasi pasangan gen yang mana yang paling banyak jumlahnya?

BAB 6

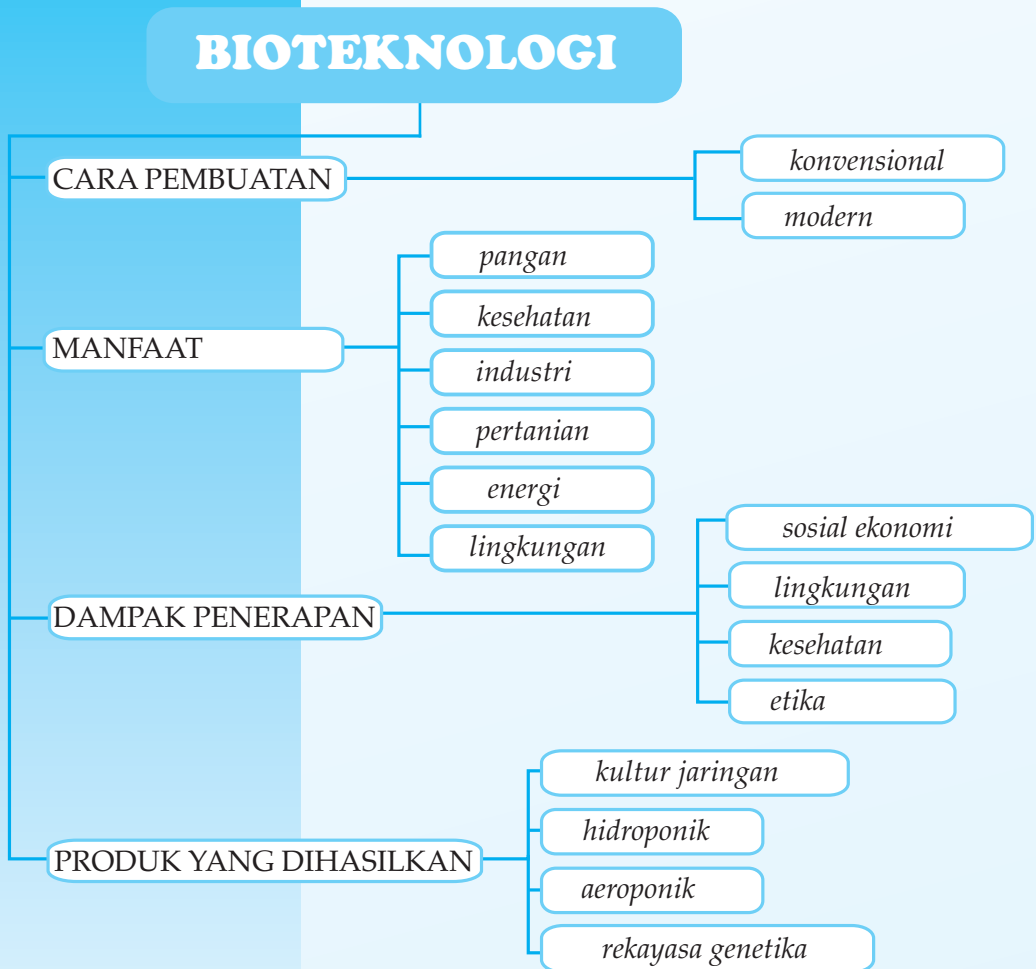
BIOTEKNOLOGI

Standar Kompetensi:

Memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.





sumber: Clip Art

Gambar 6.1

Perhatikan gambar di atas!

Sebutkan satu persatu dan perhatikan cairan yang ada di dalam botol? Cairan itu merupakan hasil dari Bioteknologi. Tahukah kalian apa bioteknologi itu?

Bila kita membaca atau mendengar kata "bioteknologi" maka kata "revolusi" akan terbayang. Kombinasi kata-kata sangat cocok dilihat dari berbagai sisi. Dengan kemajuan di dalam bidang bioteknologi, maka akan terjadi revolusi di dalam kehidupan kita.

Di bidang kesehatan manusia, bioteknologi akan membawa cara baru untuk mendiagnosis, mengobati, dan mencegah suatu penyakit. Di bidang pertanian, semua aspek mulai dari menaburkan benih di tanah sampai kepada makanan yang terhidang di atas meja kita dipengaruhi oleh bioteknologi. Bioteknologi seringkali juga dikaitkan dengan penyelamatan lingkungan, sumber energi yang bersih, metode-metode untuk membersihkan kontaminasi lingkungan, begitu pula produk dan proses yang berwawasan lingkungan lebih menonjol dilakukan daripada sebelumnya.

Meskipun kita semua mengatakan bahwa bioteknologi itu penting, kebanyakan dari kita tidak tahu secara pasti apakah bioteknologi itu? Pemahaman terhadap bioteknologi masih rancu, hingga interpretasi pada masing-masing orang akan berbeda-beda. Jadi apakah bioteknologi itu dilihat dari berbagai sisi? Bioteknologi berasal dari kata Bio dan teknologi, maka kita akan dapat memperoleh definisi sebagai berikut.

Bioteknologi : Pemanfaatan makhluk hidup untuk memecahkan masalah atau menghasilkan produk bermanfaat.

Ada sisi lain yang berpendapat bahwa bioteknologi merupakan ilmu pengetahuan yang sangat berkembang pada saat ini dan waktu mendatang. Bioteknologi adalah ilmu terapan yang mempelajari prinsip-prinsip ilmiah menggunakan organisme atau bagian organisme untuk menghasilkan suatu produk yang digunakan untuk kepentingan manusia. Bioteknologi yang berkembang terus, telah membuka lembaran baru dalam upaya manusia untuk memanfaatkan berbagai mikroorganisme.

Mikroorganisme dimanfaatkan menjadi produk-produk yang bernilai ekonomi tinggi dan bermanfaat untuk umat manusia.

Selain pemanfaatan peran mikroorganisme, bioteknologi juga melibatkan peran ilmu kimia, biokimia, genetika, biologi sel, biologi molekuler, dan teknik kimia. Jadi, bioteknologi merupakan penerapan (aplikasi) secara terpadu ilmu-ilmu tersebut.

Sebenarnya, sejak dahulu kala bioteknologi telah dimanfaatkan di segala bidang. Pemanfaatan bioteknologi untuk kesejahteraan hidup manusia memiliki cakupan bidang yang luas. Contoh penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari adalah pemanfaatan berbagai mikroorganisme dalam pembuatan makanan fermentasi. Dalam perkembangannya, penerapan bioteknologi berkembang dengan pesat. Dengan demikian, dapat dipahami bahwa bioteknologi telah tumbuh dan berkembang menjadi suatu bidang studi yang penting dan menarik. Di saat sekarang dan masa depan, bioteknologi menjadi tumpuan harapan umat manusia untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya.

Selama ribuan tahun kita menggunakan mikroba seperti ragi dan bakteri untuk membuat makanan yang bermanfaat misalnya roti, anggur, keju, dan yoghurt. Semua antibiotik berasal dari mikroba begitu pula enzim yang digunakan di dalam proses pembuatan sirup jagung dengan kadar fruktosa tinggi. Di bidang pertanian kita telah menggunakan mikroba sejak abad ke 19 untuk mengendalikan hama serangga dan menginokulasi tanah dengan bakteri pengikat nitrogen untuk meningkatkan produksi pertanian.

A. BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL DAN MODERN DI LINGKUNGAN SEKITAR

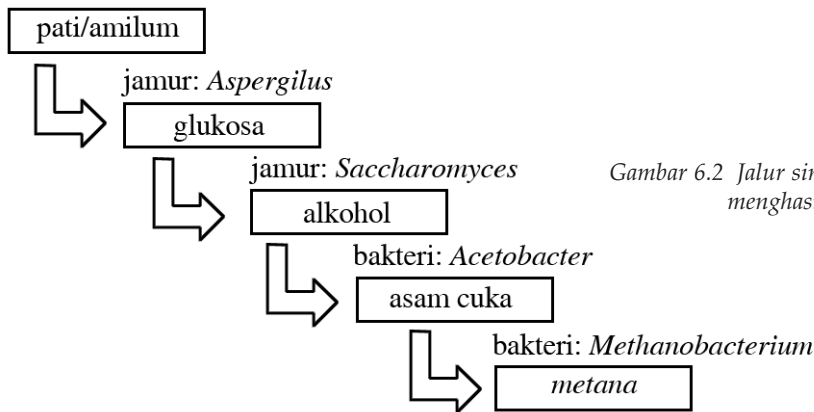
Secara umum bioteknologi dapat dibedakan menjadi bioteknologi konvensional (tradisional) dan bioteknologi modern. Dalam bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana, tidak diproduksi secara besar, dan tidak menggunakan prinsip-prinsip ilmiah. Contoh produk bioteknologi konvensional yang telah lama ada antara lain pada pembuatan tempe, oncom, tape, tuak, dan kecap.

Dalam bioteknologi konvensional biasanya hanya menggunakan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dan diproduksi dalam jumlah kecil. Adapun bioteknologi modern biasanya dilakukan dengan peralatan canggih, diproduksi secara besar dan menggunakan prinsip-prinsip ilmiah. Dalam bioteknologi modern selain menggunakan mikroorganisme juga dapat menggunakan bagian-bagian tubuh organisme seperti tumbuhan dan hewan. Contoh produk bioteknologi modern misalnya produksi vaksin, asam amino, obat, pengolahan limbah, pembasmian hama tanaman, dan penghasil logam.

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk baru lain, yang sesuai dengan kebutuhan manusia melalui proses fermentasi. Di dalam pemanfaatan mikroba ini manusia tidak melakukan intervensi terhadap mikroba secara berlebihan. Intervensi manusia sebatas pada penciptaan kondisi, menyediakan substrat yang cocok bagi mikroba untuk berkembang secara optimal.

Proses fermentasi dalam mengubah ketela pohon menjadi tape, pemanfaatan ragi untuk mengembangkan roti adalah contoh-contoh bioteknologi konvensional ini. Bahkan pada saat sekarang satu rangkaian panjang industri bahan-bahan kebutuhan manusia telah dilakukan secara berantai.

Sebagai contoh lihat gambar berikut :

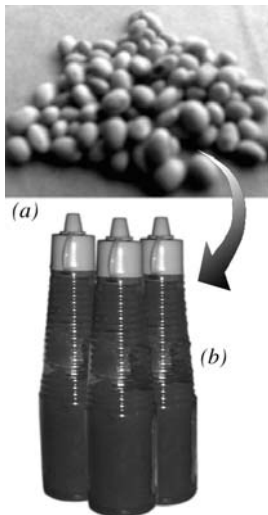


Gambar 6.2 Jalur sinergi mikroba untuk menghasilkan produk

Semua proses tersebut di atas telah dilakukan dalam skala rumah tangga maupun secara besar-besaran untuk produksi berskala ekonomi. Di samping hasil fermentasi yang ditunjukkan di atas masih banyak produk-produk lain yang telah dilakukan orang.

B. BIOTEKNOLOGI PADA BERBAGAI BIDANG

Sebenarnya, penerapan bioteknologi telah dilakukan sejak zaman dahulu, misalnya dalam pembuatan makanan fermentasi. Melalui proses fermentasi, makanan tertentu dapat diubah menjadi bentuk makanan lain yang mengandung nilai gizi lebih tinggi. Selain nilai gizi, juga untuk membuat cita rasa serta aroma yang lebih menarik pada makanan. Lihat gambar 6.3! Kemajuan-kemajuan yang dicapai di bidang teknologi fermentasi telah memungkinkan manusia untuk memproduksi berbagai produk yang tidak dapat atau sulit diproduksi melalui proses kimia. Di dalam perkembangannya, penerapan bioteknologi berkembang dengan pesat.



Gambar 6.3 Melalui fermentasi (a) kedelai diolah menjadi (b) kecap yang mengandung gizi lebih tinggi

Pada masa lampau, bioteknologi dilakukan dengan proses yang amat sederhana dan produk yang dihasilkan dalam jumlah kecil. Tetapi sekarang, bio-teknologi dilakukan dalam proses yang canggih dan produk yang dihasilkan berjumlah besar. Dalam bio-teknologi, pemanfaatan mikroorganisme sangatlah penting artinya, beberapa pemanfaatan mikroorganisme dalam bioteknologi di berbagai bidang adalah sebagai berikut.

1. Bidang Pangan

Berbagai mikroorganisme dapat mengubah makanan tertentu menjadi bentuk makanan lain melalui proses fermentasi. Makanan yang terbentuk dari hasil fermentasi yang mengandung nilai gizi lebih tinggi dan cita rasa serta aroma yang lebih menarik. Setiap proses fermentasi memanfaatkan aktivitas metabolisme suatu mikroorganisme tertentu atau campuran dari berbagai spesies mikroorganisme.



Berbagai jenis makanan dan minuman yang diproduksi melalui proses fermentasi telah dikenal dan digemari sejak dahulu. Berbagai jenis makanan dan minuman fermentasi antara lain tempe, kecap, tauco, asinan, tape, brem, cuka, keju, mentega, yoghurt, nata de coco, roti, produk bir, dan anggur. Lihat gambar 6.4.

sumber: Clip Art

Gambar 6.4

Makanan dan minuman hasil fermentasi

Bioteknologi Makanan dan Minuman

Hingga kini kisaran bioteknologi makanan telah berkembang sangat luas, dari pangan yang difermentasikan secara tradisional sejak zaman kuno, seperti roti, keju, yoghurt, anggur, bir, tempe, oncom, dan kecap, sampai kepada produk yang terakhir seperti mikroprotein dan protein sel tunggal.

Dalam bioteknologi pangan, mikroba dapat berperan sebagai pengubah bahan pangan atau menjadi bahan pangan itu sendiri. Beberapa contoh penerapan bioteknologi dalam industri makanan dan minuman adalah sebagai berikut.

a. Mikroorganisme Pengubah Bahan Pangan

- 1) Pelaku utama fermentasi pada pembuatan kecap adalah *Aspergillus oryzae* atau *Aspergillus soyae* bersama *Saccharomyces rouxii* atau *Pediococcus soyae* atau *Torulopsis sp.* Mikroorganisme tersebut mengubah campuran kedelai dan padi-padian menjadi kecap (Indonesia), Shoyu (Jepang), Chiang-Yu (Cina), dan Soy-Sauce (Eropa).
- 2) *Aspergillus wentii* digunakan untuk memfermentasikan serelia, kedelai dan garam menjadi tauco.
- 3) *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. chlamydosporus* dimanfaatkan oleh orang untuk memfermentasikan kedelai yang sudah dikupas kulitnya. Miselium jamur tersebut akan mengikat keping-keping biji kedelai membentuk produk yang disebut tempe.
- 4) Makanan lain yang dibuat menggunakan jasa mikroorganisme melalui proses fermentasi adalah oncom (*Neurospora*), tape (*Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces*, *Rhizopus sp.*, *Hansenula sp.*, dan *Torulopsis sp.*), roti dan kue, anggur, bir (*Saccharomyces*), keju, mentega, dan yoghurt (*Streptococcus lactis*)

Contoh yang tersaji hanya sebagian kecil dari banyak produk bioteknologi konvensional. Mungkin di daerah kalian masih banyak ragam makanan fermentatif lainnya.

b. Mikroorganisme yang menjadi bahan pangan

Seperti sudah dijelaskan bahwa mikroba tidak hanya dapat mengubah bahan pangan, tapi justru dapat menjadi bahan pangan itu sendiri.

- 1) Protein Sel Tunggal (PST). Istilah protein sel tunggal digunakan untuk menyatakan protein mikroba untuk membedakan dengan protein yang berasal dari hewan dan tumbuhan. PST mengacu kepada sel mikrobial yang dikeringkan seperti bakteri, alga, dan jamur yang sebelumnya ditumbuhkan di dalam sistem biakan yang berskala besar. Meskipun mikrobial ini ditumbuhkan untuk menghasilkan protein, tetapi juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan senyawa nitrogen. Protein Sel Tunggal (PST) disebut juga dengan *Single Cell Protein* (SCP).

- 2) Mikroprotein. Mikroprotein merupakan produk makanan yang berasal dari misellium jamur. Pada pembuatan mikroprotein ini, digunakan jasa jamur *Fusarium graminearum*. Dalam skala pabrik mikroprotein dihasilkan melalui fermentasi berkesinambungan, menggunakan glukosa sebagai substrat dan zat hara lain serta gas amoniak dan garam amoniak sebagai sumber nitrogen.

Dibandingkan dengan protein hewan, produksi mikroprotein memiliki beberapa ciri keuntungan, selain laju pertumbuhannya yang cepat, konversi substrat menjadi protein juga lebih tinggi daripada konversi pakan oleh hewan. Sebagai contoh 1 Kg pakan untuk sapi menghasilkan 14 gram protein dalam 68 gram daging, sementara itu jamur *Fusarium graminearum* dari 1 Kg karbohidrat ditambah dengan nitrogen anorganik, menghasilkan 136 gram protein di dalam 1080 gram massa sel basah.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang manfaat bioteknologi dalam bidang pangan, lakukan kegiatan-kegiatan berikut ini.



Kegiatan 6.1 Membuat Tempe Kedelai

Tujuan : Mengetahui cara membuat tempe kedelai

Alat dan Bahan :

- | | |
|------------------------|------------------------|
| • Nampan | • Kompor |
| • Ember | • Kedelai 300 gram |
| • Plastik, Daun Pisang | • Ragi tempe 2 bulatan |
| • Pengaduk kayu | • Air secukupnya |
| • Panci pengukus | |

Langkah Kerja :

1. Bersihkan kedelai dengan merendamnya di air bersih selama semalam, supaya kulitnya mudah lepas!
2. Kupas kulit ari kedelai!
3. Setelah dikupas dan dicuci bersih, kukus dalam panci selama ± 60 menit! Kemudian angkat dan dinginkan di atas nampan!
4. Setelah dingin kedelai dicampur dengan ragi tempe sampai merata!
5. Masukkan kedelai yang telah dibubuhi/dicampur ragi tempe tersebut ke dalam kantong plastik/daun pisang. Kantong plastik/daun pisang dilubangi agar ragi tempe mendapat udara dan dapat tumbuh dengan sempurna!
6. Tempatkan campuran kedelai dengan ragi yang telah dibungkus di atas nampan dan simpan di tempat yang agak gelap dan lembab (dalam suhu kamar atau $26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$).
7. Tunggu hasil kegiatanmu selama ± 2 hari 2 malam.
8. Buatlah laporan hasil kegiatanmu dan kumpulkan sebagai tugas proyek.

Sebagai bahan perbandingan lakukan juga kegiatan 6.2 berikut ini.



Kegiatan 6.2 Membuat Tape Ketan

Tape beras ketan merupakan salah satu jenis jajanan yang dibuat melalui proses fermentasi menggunakan ragi tape. Tape, pada prinsipnya dapat dibuat dari berbagai bahan sumber karbohidrat seperti beras ketan, beras ketan hitam, atau singkong.

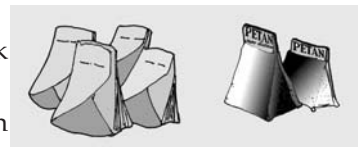
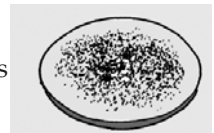
Tujuan: Mengetahui proses fermentasi pada pembuatan tape ketan.

Alat dan Bahan:

- Panci
- Kompor
- Nampan
- Pengaduk
- plastik atau daun pisang
- beras ketan 200 gram
- ragi tape (2 bulatan)

Langkah Kerja :

1. Beras ketan direndam selama 4 jam. Beras ketan yang mengapung atau busuk dibuang (Lihat gambar a).
2. Beras ketan yang telah direndam dikukus sampai matang.
3. Setelah beras ketan matang, diangkat, lalu didinginkan di atas tampah atau nampan. (Lihat gambar b).
4. Selanjutnya diberi ragi yang telah dihaluskan terlebih dahulu lalu diaduk sampai merata. (Lihat gambar c).
5. Campuran selanjutnya dibungkus dengan plastik atau daun pisang secara rapat (biasanya dalam bungkusannya tersebut ditambahkan bawang merah dan cabai dengan maksud agar tapenya bisa jadi atau tidak rusak), kemudian disimpan selama 2-3 hari (difermentasikan) ditempat yang gelap dan lembab (Lihat gambar d).
6. Setelah 2-3 hari disimpan, tape sudah siap untuk dikonsumsi.
7. Buat laporan hasil kegiatanmu dan kumpulkan sebagai bahan portofolio.



Saat ini dengan proses yang lebih canggih telah dikembangkan berbagai produk minuman. Proses bioteknologi ini selalu melalui fermentasi dengan bantuan mikroorganisme seperti khamir, kapang, dan bakteri.

Untuk meningkatkan produksi protein melalui pemanfaatan mikroorganisme, kini telah dikembangkan pembuatan protein sel tunggal atau *single cell protein* (SCP). Protein sel tunggal adalah bahan makanan yang berasal dari mikroorganisme. Bahan makanan ini memiliki kadar protein sekitar 80%. Beberapa contoh mikroorganisme untuk pembuatan protein sel tunggal misalnya *Spirulina*, *Chlorella*, dan *Saccharomyces cereviceae*.

Spirulina, merupakan mikroorganisme yang mampu melakukan fotosintesis. Mikroorganisme ini telah dikembangkan sebagai sumber pangan di beberapa negara, seperti Amerika Serikat, Perancis, dan Meksiko.

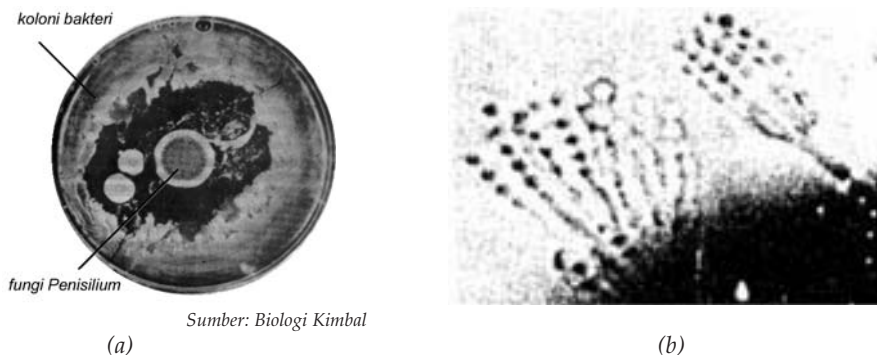
Chlorella, merupakan ganggang hijau bersel tunggal yang mengandung 50% protein dari berat kering. *Chlorella* digunakan sebagai bahan makanan suplemen yang dikemas dalam tablet.

Saccharomyces cerevicae (ragi) dan *Candida utilis*, kedua jenis mikroorganisme ini menghasilkan protein dengan kandungan asam nukleat tinggi.

2. Bidang Kesehatan

Beberapa jenis mikroorganisme dimanfaatkan manusia sebagai penghasil obat-obatan. Obat-obatan yang dihasilkan tersebut digunakan untuk menyembuhkan berbagai penyakit terutama penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme. Hal ini karena beberapa jenis mikroorganisme mampu menghasilkan antibiotika. Antibiotika adalah suatu senyawa organik yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme yang dapat menghambat atau mematikan mikroorganisme lain (bakteri penyebab penyakit).

Penggunaan antibiotika dalam pengobatan telah dimulai sejak penemuan penisilin oleh **Alexander Fleming** pada tahun 1929. Antibiotika tersebut ditemukan pada jamur *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum*. Lihat gambar 6.5 (a) dan (b). Beberapa antibiotik selain penisilin antara lain adalah streptomisin, sefalosporin, tetrasiklin, tetramisin, pasitrosin, neomisin, dan amfisilin. Streptomisin merupakan antibiotika yang dihasilkan oleh sejenis kapang yaitu *Streptomyces griseus*. Antibiotika ini digunakan untuk pengobatan penyakit TBC. Sefalosporin merupakan antibiotika yang dihasilkan oleh sejenis kapang *Cephalosporium acremonium*. Sefalosporin dikembangkan terutama untuk mengobati penyakit radang paru-paru (pneumonia). Tetrasiklin merupakan antibiotika berspektrum luas, yang dapat digunakan untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh banyak bakteri. Produk-produk antibiotika yang dihasilkan melalui bioteknologi ini dapat menurunkan angka kematian berjuta-juta manusia dari berbagai penyakit infeksi.



Gambar 6.5 (a) (warna kuning) tidak tumbuh di dekat jamur karena jamur menghasilkan penisilin. Penisilin menghambat pertumbuhan bakteri. (b) Jamur *Penicillium*.

Produksi antibiotika baru dapat dihasilkan melalui rekayasa genetika. Dengan teknologi rekayasa genetika, bakteri dapat menghasilkan beberapa senyawa obat, hormon, enzim, dan vaksin.

3. Bidang Industri

Proses fermentasi digunakan di dalam pembuatan anggur, antibiotik dan senyawa lain lebih ditingkatkan dan dikembangkan dengan menggunakan teknologi DNA

rekombian. Sebagai contoh penambahan gen untuk sintesis amilase ke dalam ragi *Saccharomyces* memungkinkan mikroorganisme ini untuk menghasilkan alkohol dari tepung. Kegunaan lain adalah mikroba akan mampu melakukan penguraian selulose/lignin, pembuatan bahan bakar, membersihkan lingkungan dari polutan, menambang logam dari bijih yang berkadar rendah. Strain bakteri *Pseudomonas putida* misalnya telah dikenal sebagai bakteri yang dapat mendegradasi komponen-komponen minyak yang tumpah di laut.

Industri leaching atau ekstraksi logam mulai dari bijih tembaga sampai ke uranium telah dilakukan dengan menggunakan bakteri tertentu dari genus *Thiobacillus*.

4. Bidang Pertanian

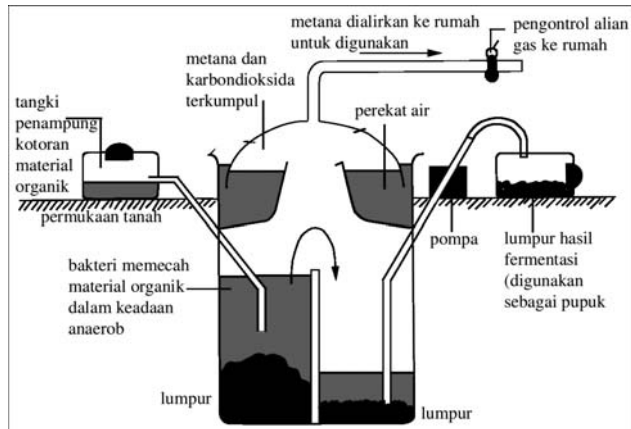
Beberapa bakteri direayasa untuk mengendalikan serangga perusak tanaman budidaya. Suatu perusahaan besar Monsanto Company telah memodifikasi secara genetik bakteri *Pseudomonas fluorescent* yang membentuk koloni pada akar jagung. Bakteri ini telah diinduksi dan membawa informasi genetik yang diambil dari bakteri lain, yaitu *Bacillus thuringiensis*, yang memungkinkan bakteri *P. fluorescens* ini mensintesis protein yang membunuh serangga. Racun yang dibuat oleh bakteri *Bacillus thuringiensis* telah berhasil diekstraksi dan digunakan selama bertahun-tahun sebagai insektisida.

Pemuliaan tanaman versi baru juga sudah berhasil dilakukan. Sekumpulan sel dibiakkan dan diberi herbisida. Kebanyakan sel akan mati, tetapi beberapa sel yang bisa bertahan selanjutnya dibiakkan melalui kultur jaringan sehingga diperoleh tanaman unggul yang tahan herbisida.

Tanaman budidaya penambat nitrogen. Sejauh ini tanaman yang mampu menambat nitrogen bebas dari udara adalah *Leguminosae*, karena pada akarnya terdapat bakteri *Rhizobium* yang dapat mengikat nitrogen dari udara. Simbiosis ini sangat menguntungkan kedua belah pihak. Bakteri mendapat zat hara kaya energi dari tumbuhan, sedangkan tumbuhan mendapat senyawa nitrogen untuk kelangsungan hidupnya.

5. Bidang Energi

Bakteri pengurai tertentu, misalnya yang hidup di lambung sapi atau hewan memamah biak lainnya, menghasilkan enzim selulosa yang akan merombak selulosa menjadi karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4). Metana inilah yang disebut gas bio. Dengan teknik sederhana, limbah pertanian dan limbah peternakan serta sampah-sampah yang mengandung selulosa difermentasikan menggunakan bakteri pengurai tersebut menjadi gas bio. Gas bio dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor. Adapun limbahnya dapat digunakan sebagai pupuk. Lihat gambar 6.6. Bakteri pengurai tersebut dapat ditemukan di mana-mana.



Gambar 6.6 Pembuatan gas bio

6. Bidang Lingkungan

Untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan, para ahli telah melakukan rekayasa genetika terhadap mikroorganisme. Tujuannya yaitu untuk memperoleh mikroorganisme yang mampu membersihkan lingkungan misalnya terhadap pencemaran limbah beracun.

Beberapa bakteri dapat digunakan sebagai bioremediasi. Bioremediasi adalah usaha memperbaiki kualitas tanah/lahan dan air dari pencemaran menggunakan mikroorganisme, misalnya bakteri Khemolitotrof yang dapat menetralkan ion logam berat beracun yang mencemari lahan akibat dari pencemaran industri.

Mikroba dan enzim yang digunakan untuk memecah molekul organik dapat membantu kita mengatasi masalah lingkungan tertentu, misalnya tumpahan minyak, daerah yang mengandung limbah beracun, dan sebagainya. Penggunaan populasi mikroba untuk membersihkan polusi dikenal dengan istilah *bioremediasi*. Kemungkinan contoh terbaik yang diketahui tentang bioremediasi adalah yang penggunaan bakteri pemakan minyak untuk membersihkan tumpahan minyak, seperti Exxon Valdez di Alaska tahun 1989 dan tumpahan di Irak setelah perang Teluk 1991.

Untuk membersihkan suatu daerah yang tercemar minyak, sejumlah besar populasi bakteri yang tahan, dilepaskan di daerah tersebut. Bakteri akan tumbuh dengan cepat dan memakan polutan sampai beberapa tahun. Ketika polutan habis, maka sumber makanan bakteri akan habis, bakteri selanjutnya akan mati dengan sendirinya. Bioremediasi semacam ini telah dilakukan untuk membersihkan limbah Printed Circuit Board (PCB), oli, minyak, dan pestisida.

Di masa depan kita kemungkinan dapat menggunakan limbah dan sisa-sisa pertanian sebagai sumber energi melalui eksploitasi mikroba yang mampu mengurai limbah organik ini dan pada proses tersebut akan menghasilkan energi. Namun demikian, pemanfaatan bakteri untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan harus selalu diwaspadai. Sebelum menggunakannya secara luas, harap diperhatikan dahulu efek sampingnya terhadap lingkungan. Tabel berikut menyajikan beberapa hasil bioteknologi sejak awal perkembangannya sampai akhir-akhir ini.

Tabel contoh Hasil Bioteknologi

Peristiwa	Kapan
- Ragi digunakan dalam pembuatan anggur	Sebelum 6000 SM
- Ragi untuk mengembangkan roti	Sekitar 4000 SM
- Tembaga ditambang dengan mikroba di Spanyol	Sebelum 1670
- Mikroba pertama kali dilihat oleh Anthonie van Leuwenhoek	1680
- Mikroba kantaminan menggagalkan fermentasi ditemukan Louis Pasteur	1876
- Enzim yang diekstrak dari ragi dapat membuat alkohol ditemukan Eduard Buchner	1897
- Bakteri penghasil aseton, butanol, dan gliserol	Sekitar 1910
- Struktur rantai ganda DNA terungkap	1928
- Penemuan bakteri antibiotik baru (streptomisin, sefalosporin, dan lain-lain)	1953
- Mikroba digunakan untuk menambang uranium di Kanada	1950-an
- Ditemukan DNA rekombinan dan percobaan rekayasa genetik pertama berhasil	1973
- Hibridoma menghasilkan antibodi monoklonal	1973
- Insulin hasil rekayasa genetik diizinkan untuk digunakan pada manusia	1981
- Interferon, hormon tubuh, vaksin hepatitis dihasilkan melalui rekayasa	Pertengahan delapan puluhan
- Bahan mentah industri plastik dari mikroba, interferon untuk kanker	Akhir 80-an
- Mikroba hasil rekayasa membantu mengekstrak minyak dari tanah. Mikroba secara luas digunakan untuk mengekstrak logam, produksi hidrogen dari bakteri, antibodi monoklonal digunakan untuk menuntun obat anti kanker, membuat tanaman yang memupuk sendiri dan tanaman yang mampu menolak serangan hama sendiri lewat rekayasa genetika.	1990-an

UJI PEMAHAMAN

1. Apakah pengertian bioteknologi itu?
2. Apa sajakah contoh produk bioteknologi konvensional? Berikan 3 contoh saja!
3. Apa sajakah contoh produk bioteknologi modern? Berikan 3 contoh saja!
4. Apa sajakah contoh bahan makanan dan minuman yang dihasilkan fermentasi *Saccharomyces*? Berikan 4 contoh saja!
5. Bakteri apakah yang dapat digunakan sebagai bioremediasi?

C. DAMPAK PENERAPAN BIOTEKNOLOGI

Penerapan bioteknologi sederhana maupun modern tentunya akan memberikan dampak positif maupun negatif. Bioteknologi yang terus dikembangkan oleh para ahli diharapkan dapat memberikan harapan yang lebih baik untuk kesejahteraan umat manusia di masa mendatang.

Bioteknologi terutama rekayasa genetika, semula diharapkan menjawab banyak persoalan dunia seperti polusi, penyakit, pertanian dan lain-lain, ternyata juga tidak terlepas dari dampak yang merugikan. Seperti halnya teknologi selalu bersifat ambivalen, demikian pula halnya dengan bioteknologi. Semakin jauh manusia menginterferensi alam (misalnya lewat rekayasa genetika) semakin besar pula harga yang harus dibayar.

Beberapa dampak bioteknologi dapat dilihat pada tatanan sosial ekonomi, lingkungan, kesehatan, etika, dan perkembangan ilmu.

1. Dampak di Bidang Sosial Ekonomi

Penerapan bioteknologi dengan manipulasi organisme dan alam tidak terbatas. Beragam aplikasi rekayasa menunjukkan bahwa bioteknologi mengandung muatan ekonomi yang membawa pengaruh kepada kehidupan masyarakat. Muatan ekonomi yang tampak adalah paten hasil rekayasa, swastanisasi, dan konsentrasi bioteknologi pada kelompok tertentu, memberikan pengaruh yang amat luas pada masyarakat.

Dampak paten terlihat dengan diberikan paten pada kapas tahan hama hasil rekayasa oleh Amerika Serikat kepada perusahaan tertentu. Keadaan ini memaksa petani tradisional untuk tidak mengadakan bibit sendiri, para peneliti harus mendapat izin terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian menggunakan bibit-bibit hasil rekayasa.

Produk bioteknologi dapat merugikan petani kecil. Penggunaan hormon pertumbuhan sapi (*Bovine growth hormone* : BGH) dapat meningkatkan produksi susu sapi sampai 20% niscaya akan menggusur peternak kecil. Bioteknologi dapat menimbulkan kesenjangan ekonomi.

Dalam waktu yang tidak terlalu lama lagi, tembakau, coklat, kopi, gula, kelapa, vanili, ginseng, dan opium akan dapat dihasilkan melalui modifikasi genetika tanaman lain, akan menyingkirkan tanaman aslinya. Dunia ketiga sebagai penghasil tanaman-tanaman tadi akan menderita kerugian besar.

2. Dampak Terhadap Lingkungan

Pelepasan makhluk transgenik ke alam bebas akan menimbulkan dampak berupa pencemaran biologi yang bisa lebih berbahaya daripada pencemaran kimia dan nuklir (Khor, 1994).

Dengan keberadaan rekayasa genetika, perubahan genotif tidak dirancang secara alami sesuai dengan kebutuhan dinamika populasi, melainkan menurut kebutuhan pelaku bioteknologi itu. Perubahan drastis ini akan menimbulkan peluang bahaya, bahkan kehancuran "menciptakan" makhluk hidup yang seragam bertentangan dengan prinsip di dalam biologi sendiri yaitu keanekaragaman. Dengan demikian keseragaman akan mengancam kelestarian makhluk hidup itu sendiri.

3. Dampak Terhadap Kesehatan

Produk rekayasa di bidang kesehatan ini memang sudah ada yang menimbulkan masalah yang serius. Contohnya adalah penggunaan insulin hasil rekayasa telah menyebabkan 31 orang meninggal di Inggris. Tomat Flavr Savr diketahui mengandung gen resisten terhadap antibiotik. Susu sapi yang disuntik dengan hormon BHG disinyalir mengandung bahan kimia baru yang punya potensi berbahaya bagi kesehatan manusia.

4. Dampak Terhadap Etika

Menyisipkan gen makhluk hidup lain memiliki dampak etika yang serius. Menyisipkan gen makhluk hidup lain dianggap melanggar hukum alam dan sulit diterima masyarakat. Mayoritas orang Amerika berpendapat bahwa pemindahan gen itu tidak etis, 90% menentang pemindahan gen manusia ke hewan dan 75% menentang perpindahan gen hewan ke hewan lain.

Bahan pangan transgenik yang tidak berlabel juga membawa konsekuensi bagi penganut agama tertentu. Bagaimana hukumnya bagi penganut agama Islam, kalau gen babi disisipkan ke dalam buah semangka? Penerapan hak paten pada organisme hasil rekayasa merupakan pemberian hak pribadi atas organisme. Hal ini bertentangan dengan banyak nilai-nilai budaya yang menghargai nilai instrinsik makhluk hidup.

D. PRODUK BIOTEKNOLOGI MODERN DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Melalui bioteknologi telah dikembangkan suatu sistem perbanyak tanaman secara vegetatif yang lebih cepat dengan cara konvensional dan dengan hasil yang jauh lebih banyak melalui sistem kultur jaringan. Selain itu dikembangkan juga sistem pertanian tanpa menggunakan lahan atau tanah yaitu melalui sistem hidroponik dan aeroponik. Produk bioteknologi juga dapat berupa rekayasa genetika.

1. Kultur Jaringan (*Tissue Culture*)

Kultur jaringan adalah menambahkan bagian tanaman yang ditumbuhkan dalam media buatan sehingga tumbuh menjadi tanaman sempurna. Teknik ini juga dikenal dengan nama kultur *in vitro*. Pada dasarnya, prinsip kultur jaringan tidak berbeda dengan cara reproduksi vegetatif, yaitu menyetek. Masih ingatkah kalian? Pada bab itu sudah dijelaskan panjang lebar tentang kultur jaringan.

Kultur jaringan digunakan untuk mengatasi kebutuhan pangan yang semakin meningkat. Melalui kultur jaringan dapat diperoleh keuntungan sebagai berikut :

- Dapat menghasilkan tanaman baru dalam jumlah yang banyak dalam waktu singkat.
- Dapat menghasilkan tanaman baru yang memiliki sifat fisiologi dan morfologi sama persis dengan induknya. Bila induk memiliki buah yang besar dan manis, maka tanaman hasil kultur jaringan juga memiliki buah yang besar dan manis. Hal ini berbeda dengan reproduksi melalui biji (generatif), tanaman baru mungkin menghasilkan buah yang mutunya lebih rendah dari tanaman induk.
- Dapat menghasilkan tanaman baru yang bebas virus dalam jumlah besar. Misalnya tanaman anggrek yang tercemar virus masih dapat ditanam. Caranya yaitu dengan mengambil jaringan meristem yang bebas virus dan ditumbuhkan dengan cara kultur jaringan. Hal ini juga dapat dilakukan pada tanaman lain.
- Dapat digunakan untuk upaya konservasi tumbuhan langka. Dengan cara kultur jaringan, tumbuhan langka tertentu dapat dibiakkan lebih banyak.



Sumber: Teknik Kultur Jaringan, Kanisus

Gambar 6.7 Tanaman baru hasil kultur jaringan ditanam di dalam greenhouse

2. Hidroponik



sumber: Trubus ed.475

Gambar 6.8 Makanan bagi tanaman hidroponik tidak berasal dari tanah, tetapi dialirkan melalui pipa atau disiramkan

Hidroponik adalah suatu cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai tempat menanam tanaman. Makanan tanaman yang ditanam secara hidroponik diperoleh dari air yang mengandung zat-zat anorganik yang diberikan melalui pipa-pipa air atau dengan cara disiramkan. Untuk menancapkan tanaman agar tidak mudah roboh, diberi media lain, yaitu pasir, kerikil, atau batu apung. Apa perbedaan antara bercocok tanam dengan tanah dan hidroponik? Kalau pada bercocok tanam dengan tanah, zat-zat makanan diperoleh tanaman dari dalam tanah. Sedangkan hidroponik makanan diperoleh tanaman dari air yang mengandung zat-zat anorganik.

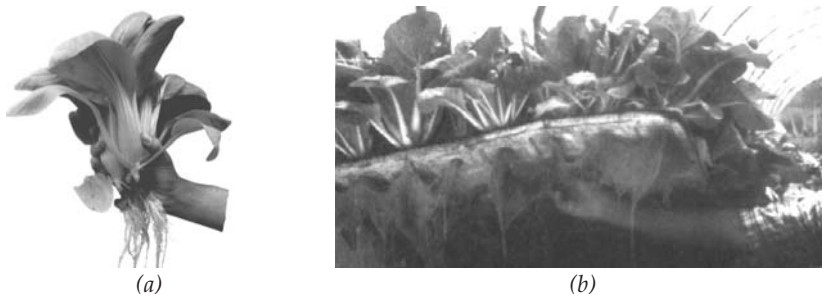
Beberapa keuntungan bercocok tanam secara hidroponik antara lain sebagai berikut.

- Bercocok tanam dengan cara hidroponik tidak bergantung pada luas tanah. Tempat atau lahan yang lebih sempit dapat ditanami tanaman yang lebih banyak.
- Mineral atau pupuk yang diberikan (diperlukan) tanaman dapat diperhitungkan dengan cermat sesuai keperluan. Dengan demikian penggunaan pupuk menjadi lebih efisien.
- Bibit penyakit misalnya bakteri, jamur, dan cacing yang berasal dari tanah dapat dihindari. Sementara itu, hama misalnya serangga, dapat dicegah karena dikelola secara khusus.
- Gulma, misalnya rumput teki dan alang-alang dapat dicegah keberadaannya.
- Kualitas buah dan tanaman yang dihasilkan lebih baik sehingga meningkatkan produksi panen.
- Tidak tergantung dengan musim karena dikelola secara khusus.

3. Aeroponik

Aeroponik merupakan modifikasi dari sistem hidroponik. Kalau pada hidroponik, media yang digunakan adalah air dan media lain misalnya kerikil atau pasir, namun pada aeroponik tidak menggunakan media sama sekali. Akar tanaman diletakkan menggantung dalam suatu wadah yang dijaga kelembabannya. Zat makanan diperoleh melalui larutan nutrisi yang disemprotkan ke bagian akar tanaman.

Sistem aeroponik memiliki kelebihan dibandingkan sistem hidroponik. Pada sistem aeroponik, akar yang menggantung akan lebih banyak menyerap oksigen sehingga meningkatkan metabolisme dan kecepatan pertumbuhan tanaman. Selain itu tidak ada air yang hilang akibat penguapan. Lihat gambar 6.9 tentang penanaman dengan sistem aeroponik.



sumber: Trubus ed. 399

Gambar 6.9 (a) Tanaman Aeroponik
(b) Akar tanaman dibiarkan menggantung dalam suatu wadah

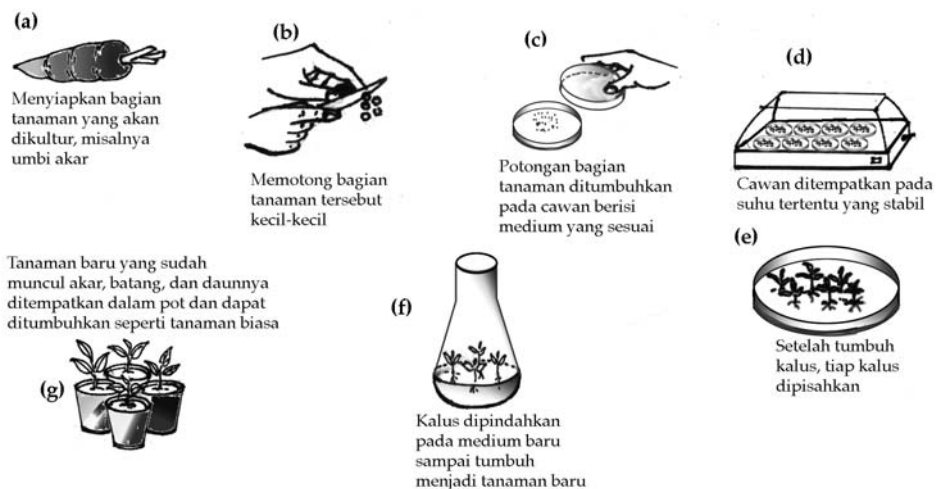
4. Kloning

Pengertian kloning merupakan perbanyakan sel maupun individu secara vegetatif (aseksual) sehingga menghasilkan individu yang identik sama dan seragam dengan induknya.

Kloning dapat dilakukan pada tumbuhan dan hewan. Pada tumbuhan misalnya ketela rambat, pisang, jahe, tebu, nanas, teh, kopi, mangga, dan kunyit. Kegiatan lain yang termasuk kloning seperti menyetek, menyangkok, dan menyambung secara konvensional. Kloning dapat juga dilakukan secara modern.

Teknologi kloning modern dilakukan melalui teknik kultur jaringan. Kultur jaringan adalah pengembangbiakan tanaman secara vegetatif dari bagian-bagian jaringan badan (somatic) tanaman di dalam kultur aseptik (bebas kuman) dengan lingkungan yang terkontrol. Contoh tumbuhan yang sering digunakan untuk kultur jaringan (*invitro*) misalnya ubi batang dan tanaman anggrek. Umumnya bagian tanaman yang akan dikultur masih muda dan mudah tumbuh yaitu bagian meristem seperti daun muda, ujung akar, ujung batang, atau keping biji. Langkah-langkah sederhana kultur jaringan (*invitro*):

- 1) Pilih bagian meristem tanaman yang akan dikultur.
- 2) Potonglah kecil-kecil bagian tanaman yang dikultur (sebagai eksplan) keadaan aseptik,
- 3) Letakkan potongan kecil (eksplan) ke dalam medium botol/cawan yang berisi nutrisi dan hormon (dalam keadaan steril).
- 4) Setelah beberapa waktu bagian permukaan akan terjadi pembelahan dan membentuk gumpalan seragam (kalus).
- 5) Setelah terbentuk kalus kemudian pindahkan ke medium yang cocok selanjutnya menjadi tanaman kecil yang lengkap (plantlet).
- 6) Tanaman kecil siap ditanam di medium tanah.



Gambar 6.10 Teknik kultur invitro

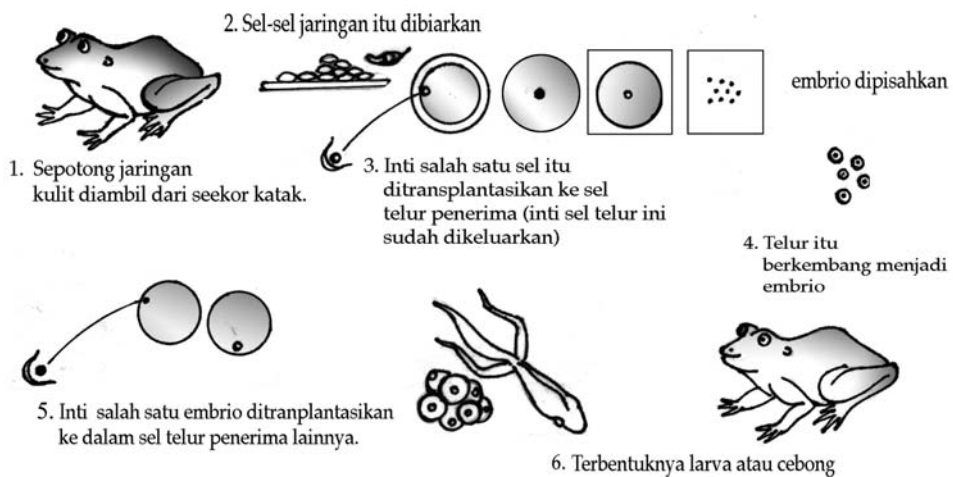
Kloning pada hewan dapat dilakukan seperti halnya pada tumbuhan. Kloning merupakan perbanyakan secara vegetatif (aseksual) pada tumbuhan dan hewan untuk menghasilkan tumbuhan dan hewan dalam jumlah besar, waktu relatif singkat, tetapi secara genetik seragam. Teknik kloning hewan dengan memindahkan inti (transfer nucleus) dan inti yang diambil tidak harus dari sel-sel blastula (blastosis).

Jenis hewan yang pernah dilakukan teknik kloning seperti katak, domba, kucing, sapi, babi, ker, ikan karper, bahkan manusia (bayi tabung), karena teknologi kloning hewan lebih rumit dari kloning tumbuhan, di sini akan dibahas secara sederhana untuk mengenal kloning hewan.

a. Pengkloningan katak

Langkah teknik pengkloningan

1. Mengambil inti sel khusus katak betina, memilih 2n kromosom.
2. Menyediakan ovum yang telah dibuahi (ovumnya tanpa inti), terbentuk zigot yang mengandung inti sel usus.
3. Selanjutnya terbentuk blastula, kemudian diambil dan dimasukkan ke ovum (tak berinti).
4. Zigot dipelihara pada medium dan tumbuh menjadi individu (katak) yang identik.

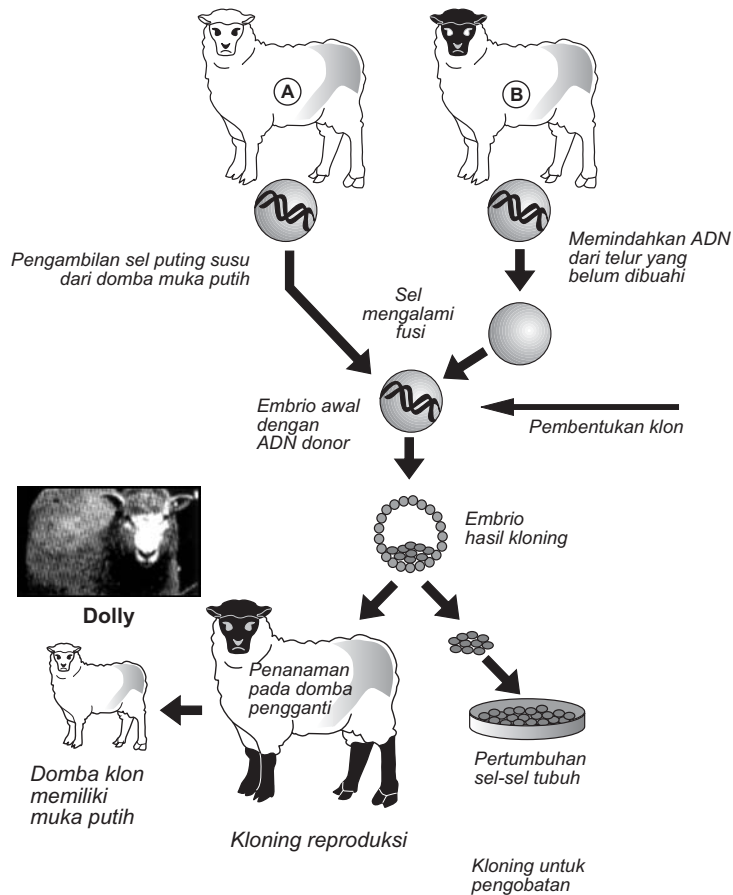


Gambar 6.11 Skema pengkloningan katak

b. Kloning pada tikus

Dilakukan dengan mengambil inti sel telur tikus betina atau inti sperma tikus jantan. Kemudian inti sel telur atau inti sel sperma dikeluarkan sebelum bergabung. Dengan demikian sel telur hanya memiliki satu inti saja. Kromosom dirangsang hingga meninggalkan dirinya akibatnya sel telur sekarang memiliki kromosom lengkap, tapi semuanya berasal satu induk (betina atau jantan saja). Sel telur ini selanjutnya berkembang menjadi embrio.

c. kloning pada domba



sumber: www.mrlwesternregion.org

Gambar 6.12 Kloning pada hewan menyusui yang dilakukan pada domba

Kloning pada hewan menyusui, misalnya domba dilakukan dengan mengambil sel telur dari domba betina B dan sel tubuh dari sel puting susu domba A. Nukleus (inti sel) dari sel telur domba B dihilangkan kemudian kedua sel digabungkan dengan metode “*electrofussion*” atau memberikan kejutan listrik. Hal itu dilakukan supaya sel mulai melakukan pembelahan setelah proses penggabungan. Sel yang mulai melakukan pembelahan dikulturkan hingga terbentuk embrio. Kemudian embrio ditanam ke dalam rahim induk asuh hingga lahir. Domba hasil kloning tersebut mirip betina A.

5. Rekayasa genetika

Dalam bioteknologi telah dikembangkan pula suatu teknik rekayasa genetika. Teknik rekayasa genetika adalah suatu cara mengganti atau menambah DNA dari organisme lain ke susunan DNA asli dalam suatu sel dari suatu organisme.

Teknik ini juga disebut rekombinasi genetika. Rekayasa genetika atau manipulasi teknik dalam genetika ini digunakan untuk mendapatkan kombinasi sifat keturunan yang diinginkan. Teknik rekayasa genetika dilakukan dengan cara pencangkakan atau pencampuran DNA yaitu dengan menyisipkan DNA asing pada DNA asli.

Teknologi rekayasa genetika sering mengacu kepada teknologi DNA rekombinan. DNA rekombinan dibuat dengan memadukan dan mengkombinasikan materi genetik dari dua sumber yang berbeda. Di alam, materi genetik secara alami melakukan rekombinasi. Menggunakan salah satu dari mekanisme berikut.

- a. Pindah silang, terjadi antara dua kromosom homolog, yaitu antara kromosom maternal dan paternal selama pembentukan gamet.
- b. Sel telur dan spermatozoid bersatu selama fertilisasi.
- c. Bakteri melakukan penukaran materi genetik melalui konjugasi, transformasi dan transduksi.

Pada setiap cara rekombinasi alami tersebut di atas, bilamana materi genetik dari dua sumber di kombinasikan, hasilnya adalah bertambahnya variasi genetik. Variasi genetik yang ada di alam merupakan bahan baku perubahan evolusioner yang dikendalikan oleh seleksi alam atau seleksi buatan yang dilakukan oleh manusia.

Banyak ilmuwan memiliki pandangan bahwa rekayasa genetika merupakan contoh pengembangan lebih lanjut dari perkawinan seleksi, sebab kedua teknologi itu mengandung materi genetik sumber yang berbeda. Untuk "menciptakan" organisme yang memiliki sifat-sifat baru yang bermanfaat. Meskipun memiliki persamaan tetapi kedua teknologi ini memiliki perbedaan mendasar di dalam cara menggabungkan materi genetik.

Dalam proses rekayasa genetika diperlukan mikroorganisme sebagai pembawa, misalnya bakteri. Rekayasa genetika yang merupakan bioteknologi modern telah menghasilkan berbagai produk. Beberapa contoh rekayasa genetika antara lain:

- a. Vaksin Hepatitis

Merupakan vaksin untuk mencegah penyakit radang hati (hepatitis), dengan cara menyisipkan gen antigen ke dalam sel klamir. Sel klamir yang telah disisipi gen virus akan menghasilkan selubang protein yang digunakan untuk membuat vaksin hepatitis.

- b. Hormon Insulin

Merupakan hormon yang berguna untuk menolong penderita kencing manis (diabetes militus). Dengan rekayasa genetika hormon ini dapat dibuat dalam jumlah besar dan murah serta secara kimia sama dengan hormon insulin manusia.

- c. Interferon

Berguna untuk pengobatan berbagai penyakit yang disebabkan virus dan jenis kanker tertetis. misalnya penyakit flu maka interferon bertanggung jawab terhadap sakit kepala, bersin, dan pegal-pegal. Interferon dihasilkan tubuh sebagai reaksi terhadap virus flu. Cara membuat interferon yaitu dengan menyisipkan gen tertentu ke dalam bakteri *Escherichia coli*.

- d. Antibodi Monoklonal (MCAb)

Dibuat dengan cara menggabungkan sel penghasil antibodi (sel limfosit) dengan sel yang terkena penyakit. Dapat digunakan untuk mengobati penyakit kanker, keracunan, dan mengetahui adanya kehamilan.

UJI PEMAHAMAN

1. Produk teknologi dapat merugikan peternak sapi, penggunaan hormon pertumbuhan sapi (BGH). Mengapa demikian?
2. Sistem aeroponik lebih unggul dibandingkan hidroponik. Mengapa demikian?



RANGKUMAN

1. Bioteknologi merupakan ilmu terapan yang mempelajari prinsip ilmiah menggunakan organisme atau bagian organisme untuk menghasilkan produk yang digunakan untuk kepentingan manusia.
2. Bioteknologi memanfaatkan peran mikroorganisme juga melibatkan peran ilmu kimia, biokimia, genetika, biologi, sel, biologi molekuler, dan teknik kimia.
3. Bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
4. Dalam bioteknologi konvensional dilakukan secara sederhana produk yang dihasilkan dalam jumlah terbatas, tidak menggunakan prinsip-prinsip ilmiah, biasanya mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk, misalnya : proses fermentasi.
5. Dalam bioteknologi modern dilakukan dengan peralatan canggih. Produk yang dihasilkan dalam jumlah besar dan menggunakan prinsip-prinsip ilmiah. Biasanya menggunakan jasa mikroorganisme yang dibantu oleh bagian-bagian tubuh organisme seperti tumbuhan dan hewan. Contoh produk bioteknologi modern : vaksin, asam amino, obat, pengolahan limbah, pembasmian hama tanaman, dan penghasil logam.
6. Produk bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari dalam bidang pertanian, misalnya, melalui proses hidroponik, aeroponik dan kultur jaringan.
7. Teknik rekayasa genetika atau rekombinasi genetika adalah suatu cara mengganti atau menambah DNA dari organisme lain ke susunan DNA asli dalam sel suatu organisme.

I. Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Ilmu terapan yang mempelajari prinsip ilmiah menggunakan organisme atau bagian mikro-organisme adalah
 - a. biokimia
 - b. biologi
 - c. bioteknologi
 - d. biosfer
2. Ilmu berikut yang tidak berhubungan dengan bioteknologi yaitu
 - a. biokimia
 - b. biologi sel
 - c. biologi molekul
 - d. biosfer
3. Contoh makanan yang menggunakan prinsip bioteknologi yaitu
 - a. nasi + roti
 - b. nasi + keju
 - c. lemper + yoghurt
 - d. anggur + yoghurt
4. Salah satu contoh produk bioteknologi konvensional adalah
 - a. kecap
 - b. vaksin
 - c. pengolahan limbah
 - d. asam amino
5. Salah satu contoh bioteknologi modern, yaitu
 - a. kecap
 - b. tape
 - c. tempe
 - d. pengolahan limbah
6. Beberapa makanan dan minuman di bawah ini merupakan hasil dari fermentasi, **kecuali**
 - a. bir
 - b. brem
 - c. tempe
 - d. mentega
7. Contoh produk makanan yang merupakan hasil dari fermentasi modern ialah
 - a. yoghurt
 - b. oncom
 - c. bir
 - d. mikroprotein
8. Mikroorganisme *Aspergillus oryzae* bersama *Sacharomyces rouxii* bermanfaat pada pembuatan
 - a. kecap
 - b. tape
 - c. tempe
 - d. anggur
9. Bakteri, alga dan jamur yang dikeringkan akan menghasilkan sejenis protein yang disebut
 - a. TPS
 - b. PST
 - c. SPT
 - d. mikro protein
10. Suatu senyawa organik yang berasal dari mikroorganisme yang dapat menghambat atau mematikan mikroorganisme penyebab penyakit ialah
 - a. virus
 - b. bakteri
 - c. antibiotika
 - d. monera
11. Pada akar Legaminozae terdapat bakteri *Rhizobium* yang dapat mengikat
 - a. oksigen
 - b. karbondioksida
 - c. sulfur
 - d. nitrogen
12. Usaha manusia untuk memperbaiki kualitas lahan dari pencemaran menggunakan mikroorganisme tertentu dipelajari dalam
 - a. bioteknologi
 - b. bioremediasi
 - c. biokimia
 - d. biofisika

13. Ragi digunakan dalam pembuatan anggur, dimulai sekitar
- a. tahun 1680
 - b. tahun 1981
 - c. 6000 SM
 - d. 4000 SM
14. Suatu cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai tempat menanam tanaman, disebut
- a. hidroponik
 - b. aeroponik
 - c. kultur jaringan
 - d. kepulasi
15. Berikut ini yang tidak termasuk produk rekayasa genetika, yaitu
- a. hidroponik
 - b. vaksin hepatitis
 - c. hormon insulin
 - d. fusi protoplasma

II. Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas!

1. Apakah pengertian bioteknologi itu?
2. Apa sajakah produk bioteknologi konvensional itu?
3. Apa sajakah dampak penerapan bioteknologi terhadap etika?
4. Apa sajakah fungsi dari Antibodi Monoklonat (MCAb)?
5. Bagaimana langkah-langkah pengkloningan katak?

BAB 7

LISTRIK STATIS

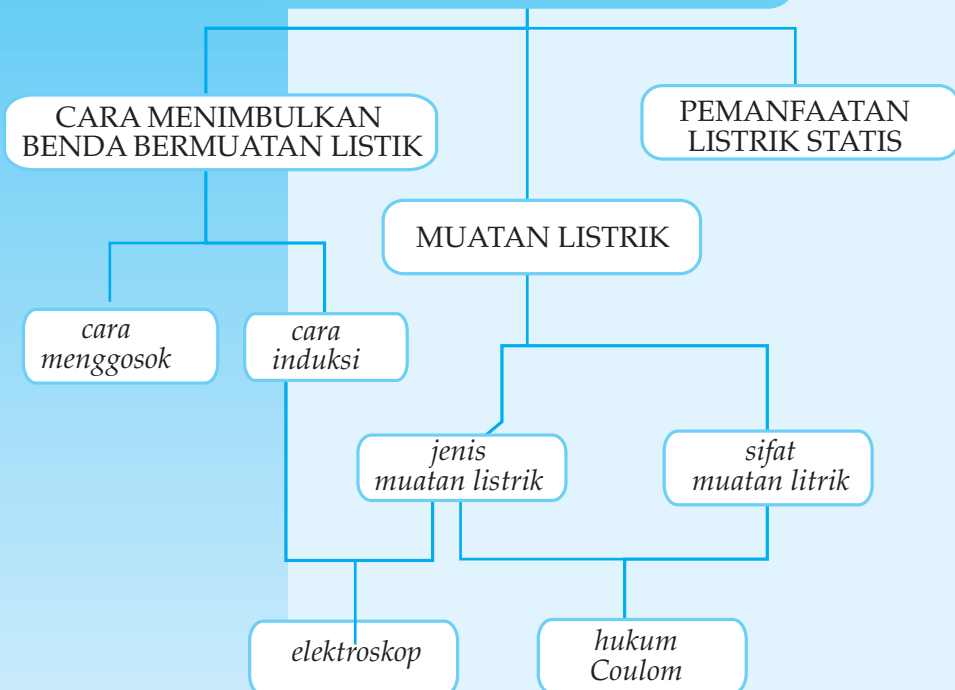
Standar Kompetensi:

Memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari.

LISTRIK STATIS



Kata "listrik" tidaklah asing di telinga kita, sebab dalam kehidupan sehari-hari, banyak peralatan yang kita gunakan menggunakan energi listrik.



sumber: Jendela Iptek, Listrik
Gambar 7.1 William Gilbert

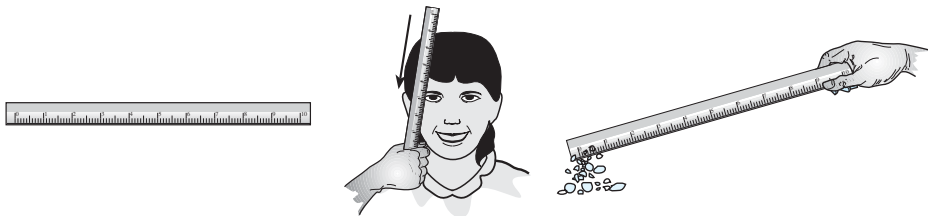
Adalah **William Gilbert** (1544 – 1603) yang pertama kali menggunakan kata "listrik" pada tahun 1600 dalam bukunya "De Magnete". Dia mengemukakan gagasannya tentang jenis listrik yang dia peroleh dari penggosokan benda-benda walaupun dia tidak tahu apa dan mengapa demikian. Studi tentang listrik dibagi menjadi dua bagian yaitu listrik statis (*elektrostatic*) dan listrik dinamis (*elektrodinamic*). Listrik statis mempelajari muatan listrik yang berada dalam keadaan diam, sedangkan listrik dinamis mempelajari muatan listrik yang bergerak.

A. CARA MENIMBULKAN BENDA BERMUATAN LISTRIK

Di atas telah dijelaskan bahwa William Gilbert, orang pertama yang dapat menimbulkan benda bermuatan listrik dengan menggosokkan sebuah benda dengan benda yang lain. Kalian pun dapat melakukan seperti apa yang dilakukan oleh William Gilbert.

Perhatikan gambar 7.2 di bawah ini.

Pernahkah kalian melakukan kegiatan seperti gambar di bawah ini?



Gambar 7.2 Cara menimbulkan muatan-muatan listrik dengan penggosokan

Penggaris plastik setelah digosok-gosokkan pada rambut kering, bila didekatkan pada potongan-potongan kecil kertas, potongan-potongan kecil kertas akan menempel atau ditarik penggaris.

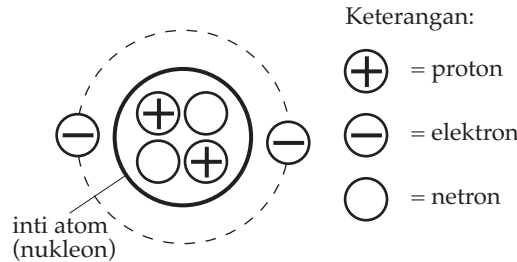
Coba diskusikan dengan teman sebangkumu, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Tulis jawabanmu pada buku tugas, setelah itu lakukan kegiatan di atas agar kamu lebih yakin.

Cara menimbulkan benda bermuatan listrik selain dengan cara menggosok dapat juga dengan cara pemanasan dan cara induksi. Hal ini akan dibahas pada pembahasan tersendiri.

B. JENIS-JENIS MUATAN LISTRIK

Sebelum kita membuat tentang jenis muatan listrik dan pendefinisian jenis muatan listrik kita dapat melihat kembali tentang teori atom yang telah dibahas di kelas VIII.

Berdasarkan teori atom Rutherford. "Atom tersusun atas inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh partikel bermuatan negatif.



Gambar 7.3 Model atom Helium (${}^4_2\text{He}$)

Dari model atom Helium tersebut, ternyata inti atom terdiri atas partikel bermuatan positif yang disebut dengan *proton* dan partikel netral yang disebut dengan neutron, sedangkan partikel yang bermuatan negatif disebut *elektron*. Berdasarkan data yang didapat massa dan muatan dari partikel-partikel penyusun atom adalah sebagai berikut:

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad ; \quad q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$$

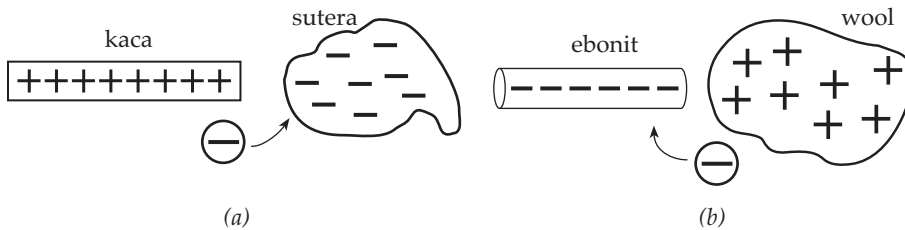
$$m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad ; \quad q_n = 0$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \quad ; \quad q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$$

Keterangan: m = massa partikel

q = muatan partikel

Karena sesuatu hal, mungkin karena pemanasan atau penggosokan, elektron dapat berpindah dari atomnya dan masuk ke atom yang lain. Atom yang kehilangan elektron menjadi bermuatan positif, dan atom yang mendapat elektron menjadi bermuatan negatif. Pada atom netral jumlah proton = jumlah elektron. Di bawah ini contoh cara menimbulkan benda bermuatan listrik dengan menggosokkan benda satu dengan benda yang lain.



Gambar 7.4 Kaca ebonit berbeda muatan

Keterangan:

Gambar 7.4 (a): Batang kaca yang mula-mula netral setelah digosok dengan kain sutera, ternyata elektron-elektron dari atom-atom kaca berpindah pada atom-atom kain sutera sehingga berakibat atom-atom kaca kekurangan elektron atau berakibat

kaca bermuatan positif dan atom-atom kain sutera kelebihan elektron sehingga kain sutera bermuatan negatif.

Gambar 7.4 (b): Batang ebonit yang mula-mula netral setelah digosok dengan kain woll, ternyata elektron-elektron dari atom-atom kain woll berpindah pada atom-atom ebonit, sehingga atom-atom kain woll bermuatan positif sedangkan atom-atom batang ebonit kelebihan elektron sehingga batang ebonit bermuatan negatif.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan:

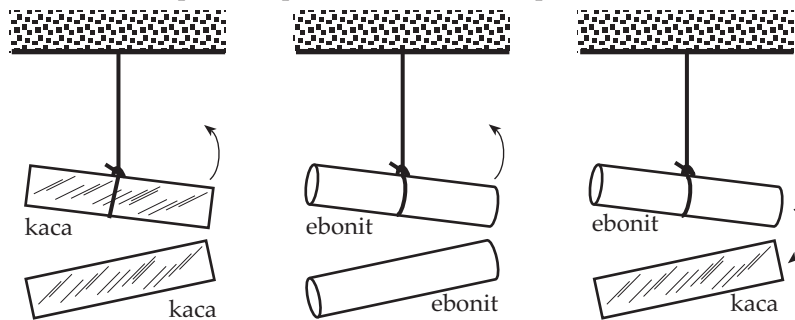
1. Benda yang bermuatan listrik jika jumlah proton dan jumlah elektron pada benda itu tidak sama.
2. Jenis muatan listrik ada 2 macam, yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negatif.

Jenis muatan listrik positif adalah muatan listrik yang sejenis dengan muatan listrik batang kaca setelah digosok dengan kain sutera.

Jenis muatan listrik negatif adalah muatan listrik yang sejenis dengan muatan listrik batang ebonit setelah digosok dengan kain woll.

C. SIFAT MUATAN LISTRIK

Dua jenis muatan listrik tersebut di atas mempunyai sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat muatan listrik tersebut dapat kita, perhatikan dari hasil percobaan di bawah ini.



Gambar 7.5 Sifat muatan listrik

Keterangan:

Gambar 7.5 (a): Dua batang kaca yang telah digosok dengan kain sutera ternyata saling tolak-menolak.

Gambar 7.5 (b): Dua batang ebonite yang telah digosok dengan kain woll ternyata saling tolak-menolak.

Gambar 7.5 (c): Batang kaca yang telah digosok dengan kain sutera dan batang ebonite yang telah digosok dengan kain woll tarik-menarik.

- muatan listrik-muatan listrik sejenis tolak-menolak
- muatan listrik-muatan listrik tidak sejenis tarik-menarik

UJI PEMAHAMAN

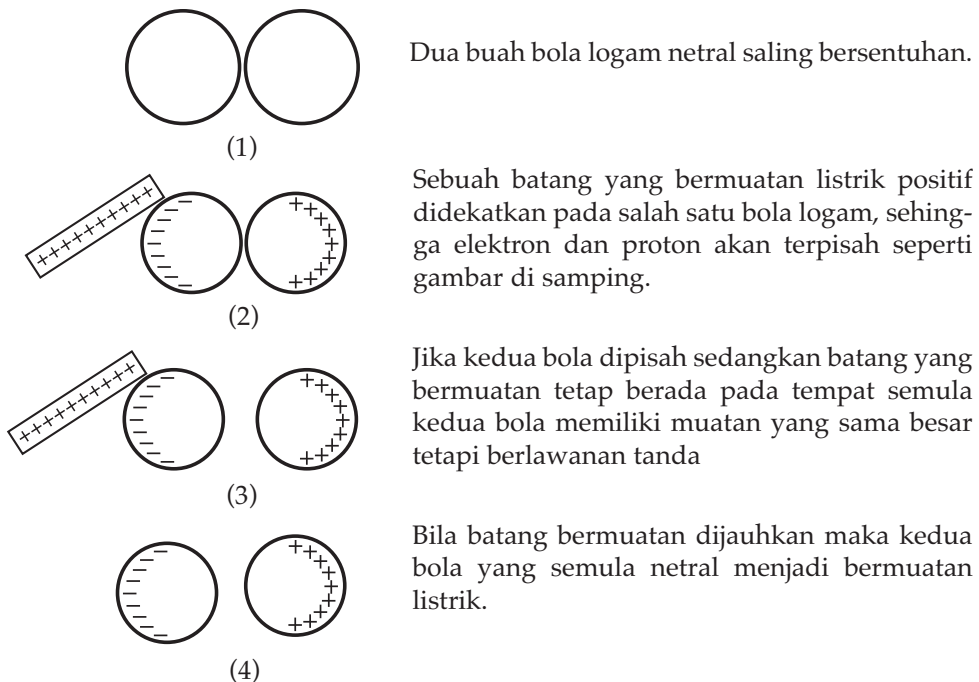
1. Sebutkan partikel penyusun inti atom, selain atom hidrogen!
2. Mengapa proton, elektron, dan neutron disebut sebagai partikel?
3. Mengapa atom yang kehilangan elektronnya menjadi atom yang bermuatan positif?
4. Pada peristiwa penggosokan atau pemanasan, mengapa proton tidak dapat lepas dari atomnya?
5. Lima buah benda bermuatan listrik, A, B, C, D, dan E mempunyai sifat sebagai berikut:
A dan B tarik menarik
A dan C tolak menolak
B dan D tolak menolak
C dan E tarik menarik
Jika benda D bermuatan listrik positif, tentukan jenis muatan listrik dari benda A, B, C, dan E!

D. INDUKSI LISTRIK

Cara menimbulkan muatan listrik selain menggosok, dapat pula dengan induksi listrik.

Apakah yang dimaksud dengan induksi listrik?

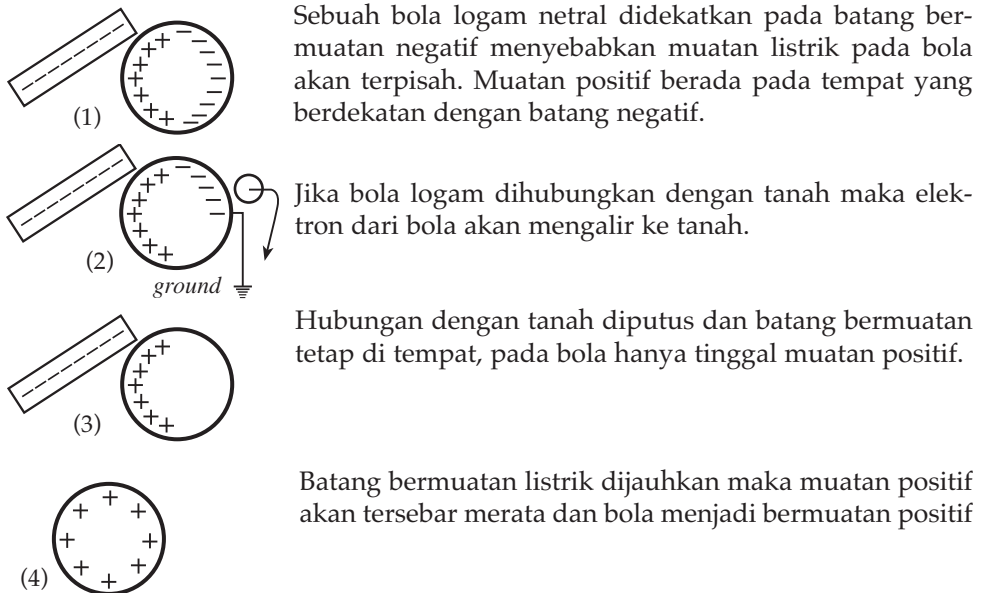
Perhatikan penjelasan berikut ini!



Gambar 7.6 Proses induksi listrik

Dari uraian tersebut, maka yang dinamakan induksi listrik adalah peristiwa pemisahan muatan listrik pada suatu benda karena didekatkan pada benda lain yang bermuatan listrik.

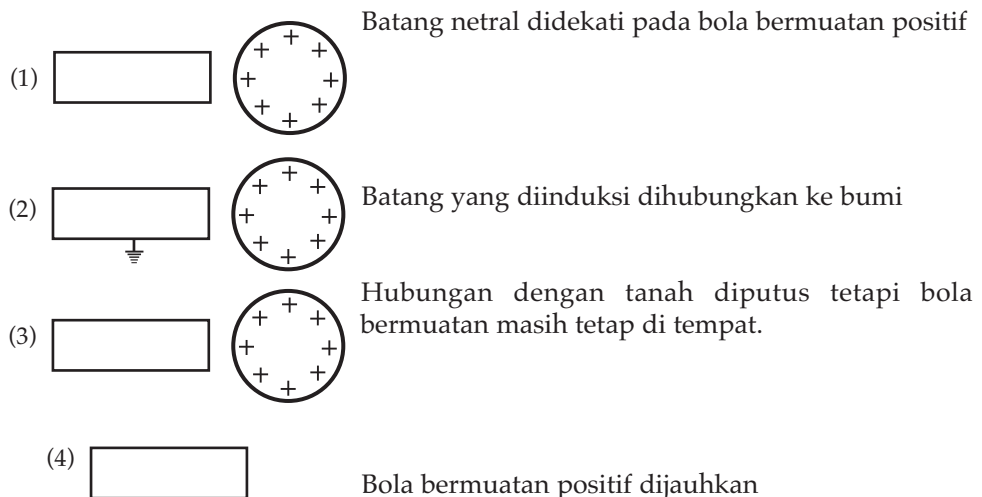
Peristiwa induksi juga dapat dilakukan seperti di bawah ini.



Gambar 7.7 Proses induksi listrik

UJI PEMAHAMAN

Pada batang lengkapi dengan tanda "+" untuk melambangkan muatan positif dan "-" untuk melambangkan muatan negatif pada urutan gambar untuk peristiwa induksi listrik dengan benda bermuatan positif.

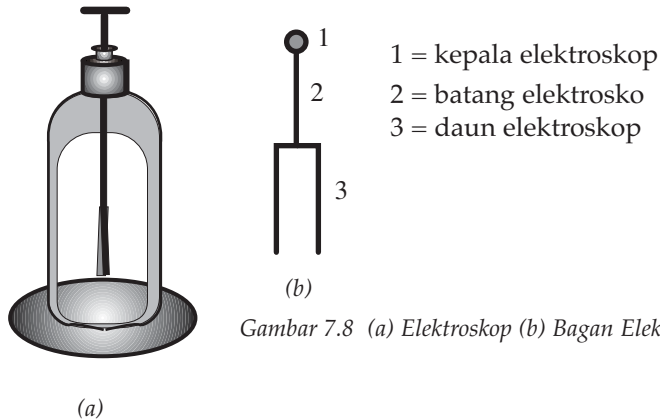


E. ELEKTROSKOP

Elektroskop adalah suatu alat untuk:

- mendeteksi adanya muatan listrik
- mengetahui jenis muatan listrik

Salah satu bentuk elektroskop seperti gambar

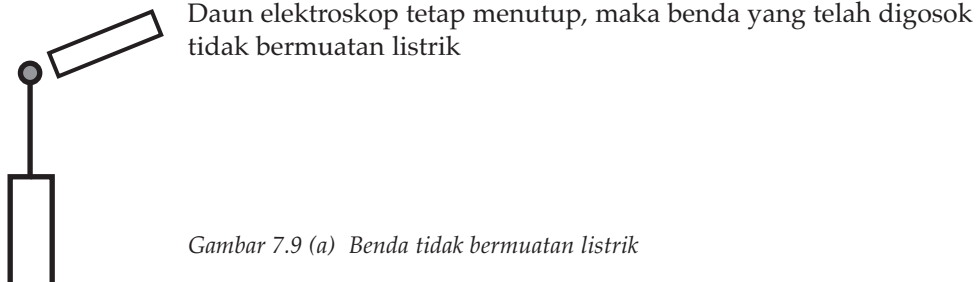


Gambar 7.8 (a) Elektroskop (b) Bagan Elektroskop

Bagaimana mendeteksi adanya muatan listrik?

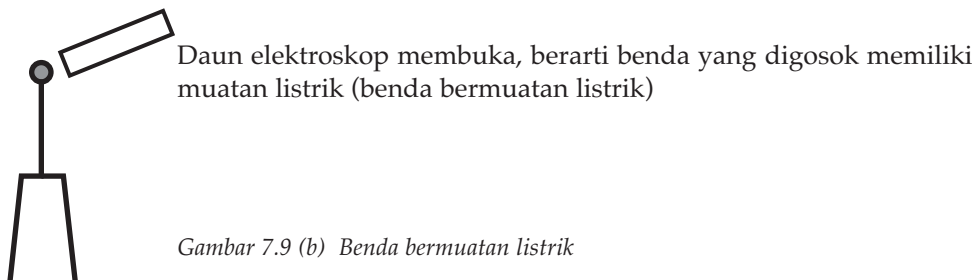
Suatu benda yang telah digosok dengan benda tertentu didekatkan dengan elektroskop netral, maka keadaan elektroskop ada dua kemungkinan.

Kemungkinan I



Gambar 7.9 (a) Benda tidak bermuatan listrik

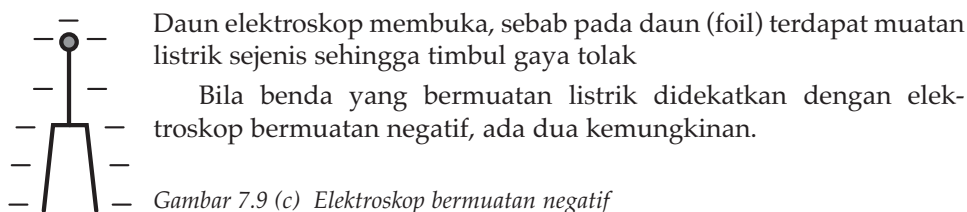
Kemungkinan II



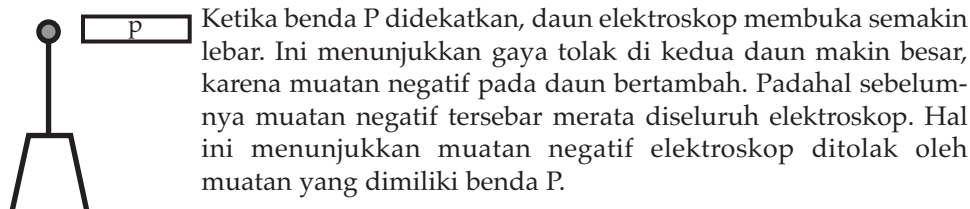
Gambar 7.9 (b) Benda bermuatan listrik

Bagaimana pula cara untuk mengetahui jenis muatan listrik?

Untuk mengetahui jenis muatan listrik yang dimiliki benda, mula-mula elektroskop harus bermuatan listrik, misalnya muatan listrik negatif, dan keadaan elektroskop seperti pada gambar.



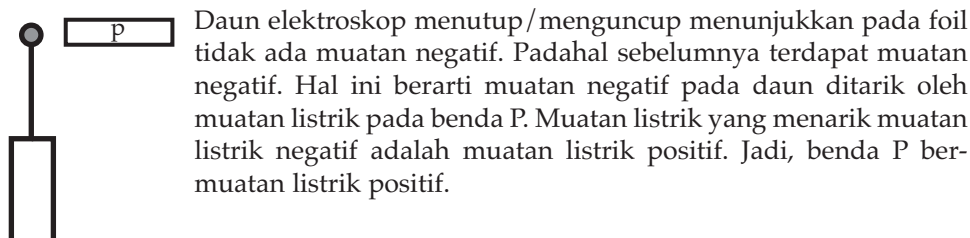
Kemungkinan I



Gambar 7.9 (d) Elektroskop menunjukkan gaya tolak

Muatan yang menolak muatan listrik negatif adalah muatan listrik negatif. Jadi benda P bermuatan listrik negatif.

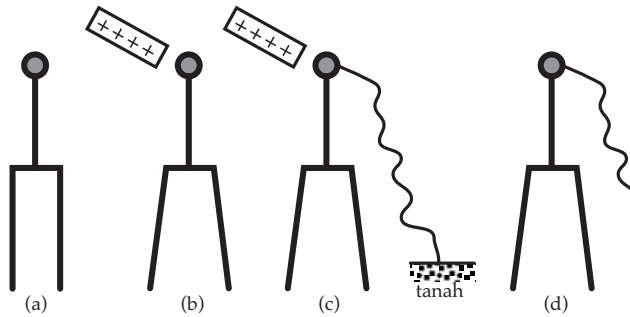
Kemungkinan II



Gambar 7.9 (e) Elektroskop menutup

UJI PEMAHAMAN

1.



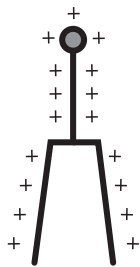
Gambar (a): elektroskop dalam keadaan netral

Gambar (b): kepala elektroskop didekatkan muatan positif dan elektroskop membuka, karena pada daun elektroskop terkumpul muatan listrik dan pada kepala elektroskop terkumpul muatan

Gambar (c): kepala elektroskop dihubungkan dengan tanah, yang terjadi muatan listrik yang terkumpul pada kepala elektroskop dan muatan listrik yang berada pada daun elektroskop

Gambar (d): hubungan dengan tanah diputus dan muatan positif dijauhkan dari kepala elektroskop.....

2.



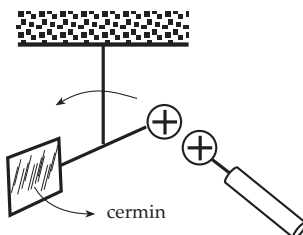
Gambar di samping elektroskop bermuatan positif

- Jika kepala elektroskop didekati benda Q dan daun elektroskop tetap pada posisi semula maka benda Q
- Jika kepala elektroskop didekati benda R dan daun elektroskop menguncup maka benda R.....
- Jika kepala elektroskop didekati benda S dan daun elektroskop makin membuka maka benda S

F. HUKUM COULOMB

Gaya tarik-menarik atau gaya tolak-menolak dua muatan listrik yang diam disebut juga dengan gaya elektrostatis atau gaya coulomb.

Bagaimana besarnya gaya elektrostatis tersebut? Perhatikan hasil percobaan Coulomb dengan menggunakan neraca puntir seperti terlihat pada gambar 7.10 berikut.



Gambar 7.10 Neraca puntir

Hasil penyelidikan Coulomb diperoleh bahwa besarnya gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara muatan listrik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak (r) kedua muatan. Selanjutnya Coulomb juga yakin bahwa besar gaya tersebut sebanding dengan besar muatan masing-masing benda.

Selanjutnya Coulomb mengemukakan hukumnya secara lengkap sebagai berikut. Gaya tarik atau gaya tolak antara dua muatan itu berbanding lurus dengan besar muatan masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Jika hukum Coulomb tersebut dinyatakan dalam suatu persamaan diperoleh:

$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Keterangan:

F = gaya elektrostatik atau gaya coulomb (dalam newton)

Q_1 dan Q_2 = besar muatan listrik (dalam coulomb)

r = jarak kedua muatan (dalam meter)

K = konstanta pembanding

Besar K ini ditentukan dengan percobaan yang dilakukan di udara atau hampa udara. Dalam satuan SI nilai $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Jika kita menggunakan satuan CGS maka:

F satuannya dyne

Q_1 dan Q_2 satuannya Stat Coulomb (St.C)

r satuannya cm

$K = 1 \text{ dyne cm}^2/(\text{St.C})^2$

Contoh Soal:

1. Dua benda masing-masing bermuatan listrik 3 C dan 9 C berada pada jarak 10 meter di udara. Berapa gaya listrik yang timbul? ($k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Penyelesaian:

Diket: $q_1 = 3 \text{ C}$ $r = 10 \text{ m}$
 $q_2 = 9 \text{ C}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Ditanya: $F = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned} F &= \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2} \\ &= \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 9}{10^2} \\ &= \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 27}{100} \\ &= 2,43 \times 10^9 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi, besarnya gaya $2,43 \times 10^9 \text{ N}$ dan berupa gaya tolak

2. Benda bermuatan listrik 4 C didekatkan dengan benda bermuatan 9 C akan menimbulkan gaya $4 \times 10^9 \text{ N}$. Berapa jarak kedua benda?

Penyelesaian:

Diket: $q_1 = 4 \text{ C}$ $F = 4 \times 10^9 \text{ N}$
 $q_2 = 9 \text{ C}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Ditanya: $r = \dots?$

Jawab :

$$F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{F}$$

$$r = \sqrt{\frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{F}}$$

$$= \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 9}{4 \times 10^9}} = 9 \text{ m}$$

Jadi, jarak kedua benda 9 meter

3. Dua buah benda bermuatan listrik sejenis dan sama besar yaitu Q terpisah di udara pada jarak R dan menghasilkan gaya tolak F. Jika muatan kedua benda masing-masing dijadikan 2Q dan jarak kedua benda tetap, maka berapakah besar gaya tolaknya?

Penyelesaian:

Diket: $Q_1 = Q$ $Q_1' = 2Q$
 $Q_2 = Q$ $Q_2' = 2Q$
 $r_1 = R$ $r_2 = r_2$
 $F_1 = F$

Ditanya: $r_2 = \dots?$

Jawab :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r_1^2}}{\frac{k \cdot Q_1' \cdot Q_2'}{r_2^2}} \quad \frac{F}{F_2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{Q_1' \cdot Q_2'} \quad F_2 = 4 F$$

$$\frac{F}{F_2} = \frac{Q \cdot Q}{2Q \cdot 2Q} \quad \text{Jadi, gaya tolaknya 4 kali gaya semula}$$

UJI PEMAHAMAN

1. Muatan +Q1 dan muatan -Q2 pada jarak R tarik menarik dengan gaya sebesar F. Jika jarak kedua muatan dibuat menjadi $\frac{3}{4} R$ berapa besar gaya tarik menarik kedua muatan tersebut?
2. Dua buah muatan Q1 dan Q2 di udara terpisah pada jarak R dan tolak menolak dengan gaya sebesar F. Sebutkan 3 cara agar besar gaya tolak menolaknya menjadi $\frac{1}{4} F$!
3. Dua buah muatan listrik Q1 = +2 mc dan Q2 = -5 mc di udara terpisah pada jarak 3 cm. Berapa besar gaya tarik menarik antara kedua muatan tersebut?

4. Dua buah muatan listrik $Q_1 = +4 \text{ St.C}$ dan $Q_2 = +2 \text{ St.C}$ berada di udara dan terpisah pada jarak R . Kedua muatan tolak menolak dengan gaya sebesar 2 dyne. Berapa nilai R tersebut?

G. PEMANFAATAN LISTRIK STATIS

Pemanfaatan listrik statis, antara lain sebagai berikut.

1. Pengendap Elektrostatik

Peralatan ini ditemukan oleh **F.G. Cottrel** pada tahun 1907 yang digunakan untuk membersihkan gas buang dari cerobong asap.



Gambar 7.11

2. Mesin Fotocopy



sumber: Jendela Iptek, Listrik

Gambar 7.12 Mesin fotocopy

3. Pengecatan Mobil dengan Proses Electrocoating

(Pelapisan dengan arus listrik)

Ketika cat disemprotkan butiran-butiran cat bergesekan dengan udara sehingga menjadi bermuatan listrik. Mobil yang dicat diberi muatan listrik yang berlawanan

dengan butiran cat sehingga butiran cat akan tertarik ke badan mobil yang menyebabkan pengecatan menjadi rata dan menjangkau tempat-tempat yang tersembunyi.

4. Generator Van De Graaff

Generator Van de Graaf digunakan untuk menghasilkan muatan listrik.



(a)



(b)

sumber: Jendela Iptek, Listrik

Gambar 7.13 (a) Robert Van De Graff

(b) Generator Cockcroft - Walton

Generator Cockcroft-Walton di Laboratorium Brookhaven di Long Island, New York, Amerika Serikat dapat membangkitkan energi listrik dalam bentuk tegangan ultra tinggi. Energi tersebut menggerakkan potongan-potongan atom begitu cepatnya sehingga menempuh jarak Bumi-Bulan dan kembali dalam waktu 4 detik.



ANGKUMAN

1. Cara menimbulkan benda bermuatan listrik dapat dengan cara:
 - a. menggosok
 - b. menginduksi
2. Jenis muatan listrik ada dua macam:
 - a. muatan listrik positif
 - b. muatan listrik negatif
3. Sifat muatan listrik
 - a. muatan-muatan listrik sejenis tolak-menolak
 - b. muatan-muatan listrik tidak sejenis tarik-menarik
4. Elektroskop adalah alat yang dapat digunakan:
 - a. mengetahui benda bermuatan listrik atau netral
 - b. mengetahui jenis muatan listrik.
5. Hukum Coulomb menyatakan: Besarnya gaya tolak menolak atau tarik-menarik antara dua muatan listrik sebanding dengan besar masing-masing muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.
6. Dalam kehidupan sehari-hari listrik statis dapat dimanfaatkan untuk:
 - a. pengendap elektrostatis
 - b. mesin foto copy
 - c. pengecatan mobil dengan proses elektro coating
 - d. generator van de Graaff

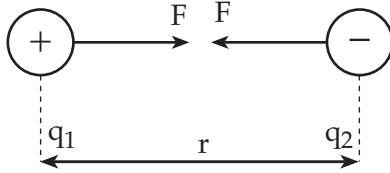
UJI KOMPETENSI

I. Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Benda netral akan bermuatan listrik jika mengalami penambahan
 - a. elektron
 - b. proton
 - c. neutron
 - d. proton dan neutron
2. Suatu benda menjadi bermuatan negatif jika
 - a. jumlah proton = jumlah elektron
 - b. jumlah proton < jumlah elektron
 - c. jumlah proton > jumlah elektron
 - d. jumlah proton = jumlah neutron

3. Suatu benda dapat menjadi bermuatan listrik dengan cara:
 - 1) menggosok dengan benda tertentu
 - 2) induksi
 - 3) konduksi
 Jawaban yang benar
 - a. 1 saja
 - b. 2 saja
 - c. 1 dan 2
 - d. 1, 2, dan 3
4. Besarnya gaya listrik yang timbul antara dua benda bermuatan listrik
 - a. sebanding dengan kuadrat jarak kedua benda
 - b. sebanding dengan besarnya muatan kedua benda
 - c. berbanding terbalik dengan jarak kedua benda
 - d. berbanding terbalik dengan muatan kedua benda
5. Dua buah benda masing-masing bermuatan $2 \times 10^9 \text{ C}$ dan $6 \times 10^{-9} \text{ N}$ terpisa pada jarak $3 \times 10^2 \text{ m}$ di udara. Jika $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, maka gaya tolak-menolaknya
 - a. $4 \times 10^5 \text{ N}$
 - b. $9 \times 10^5 \text{ N}$
 - c. $12 \times 10^5 \text{ N}$
 - d. $18 \times 10^5 \text{ N}$
6. Dua buah benda bermuatan listrik Q bila didekatkan pada jarak r akan menimbulkan gaya listrik F. Jika muatan kedua benda masing-masing diperbesar menjadi 3Q dan jarak kedua benda tetap, maka gaya listrik yang timbul adalah
 - a. tetap
 - b. 3 kali gaya semula
 - c. 6 kali gaya semula
 - d. 9 kali gaya semula
7. Jika jarak kedua benda bermuatan listrik diubah menjadi 2 kali jarak semula dan muatan keduanya tetap, maka gaya listrik yang timbul besarnya
 - a. $\frac{1}{4}$ kali gaya semula
 - b. $\frac{1}{2}$ kali gaya semula
 - c. 2 kali gaya semula
 - d. 4 kali gaya semula
8. Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing 3 C diletakkan di udara pada jarak tertentu. Jika muatan listrik kedua benda masing-masing diperbesar menjadi 6 C dan jarak keduanya tetap, maka
 - a. $F_2 = 2 F_1$
 - b. $F_2 = 4 F_1$
 - c. $F_2 = 9 F_1$
 - d. $F_2 = 18 F_1$
9. Sisir plastik setelah digosokkan pada rambut menjadi bermuatan negatif karena
 - a. elektron dari sisir plastik berpindah ke rambut.
 - b. elektron dari rambut berpindah ke sisir plastik.
 - c. proton dari sisir plastik berpindah ke rambut
 - d. proton dan rambut berpindah ke sisir plastik.
10. Setiap atom terdiri atas
 - a. Proton dan elektron
 - b. Proton dan neutron
 - c. Inti atom dan elektron
 - d. Inti atom dan proton
11. Empat buah benda P, Q, R dan S bermuatan listrik. Bila P didekatkan Q akan tarik-menarik. R didekatkan S akan tolak-menolak. Dan P didekatkan S akan tolak-menolak. Jika Q bermuatan negatif maka benda R bermuatan listrik
 - a. negatif
 - b. positif
 - c. positif dan negatif
 - d. netral
12. Gaya tarik yang timbul dari dua benda yang bermuatan listrik akan semakin besar jika
 - a. muatan benda diperkecil
 - b. muatan benda tetap
 - c. jarak kedua benda diperbesar
 - d. jarak kedua benda diperkecil

13.



Nilai F akan semakin kecil jika

- q_1 dan q_2 tetap
 - q_1 tetap dan q_2 diperbesar
 - q_2 tetap dan q_1 diperbesar
 - r diperbesar
14. Gaya listrik yang timbul pada kedua benda yang bermuatan listrik akan menjadi 9 kali gaya semula jika jarak benda diubah menjadi ... jarak semula.

- 9 kali
- 3 kali
- $\frac{1}{3}$ kali
- $\frac{1}{9}$ kali

15. Gaya listrik yang timbul akan menjadi 4 kali gaya semula jika muatan listrik masing-masing benda diubah menjadi
- 4 kali muatan semula
 - 2 kali muatan semula
 - $\frac{1}{2}$ kali muatan semula
 - $\frac{1}{4}$ kali muatan semula

II. Jawablah dengan singkat dan jelas!

- Benda A dan B masing-masing bermuatan listrik $4 \mu\text{C}$ dan $9 \mu\text{C}$ berada di udara. Jika jarak kedua benda 6 cm dan $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, berapakah gaya Coulomb yang timbul? ($1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$)
- Dua buah benda yang bermuatan listrik positif dan sama besar akan menimbulkan gaya tolak 60 N jika terpisah pada jarak $0,6 \text{ m}$ di udara. Hitung besarnya muatan listrik masing-masing benda!
- Dua buah muatan listrik sejenis yang terpisah pada jarak 4 cm tolak-menolak dengan gaya sebesar 10 N . Jika masing-masing muatan tersebut saling didekatkan 1 cm , berapa besar gaya tolak-menolaknya?
- Dua buah muatan listrik sejenis di udara tolak-menolak dengan gaya 20 dyne . Jika muatan I diperbesar 2 kali, muatan II diperkecil 4 kali serta jarak keduanya dibuat menjadi $\frac{1}{2}$ kali semula, berapa besar gaya tolak-menolaknya?
- Jelaskan dengan singkat cara memberi muatan listrik pada elektrostatik agar elektrostatik bermuatan listrik positif!

BAB 8

LISTRIK DINAMIS

Standar Kompetensi:

Memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

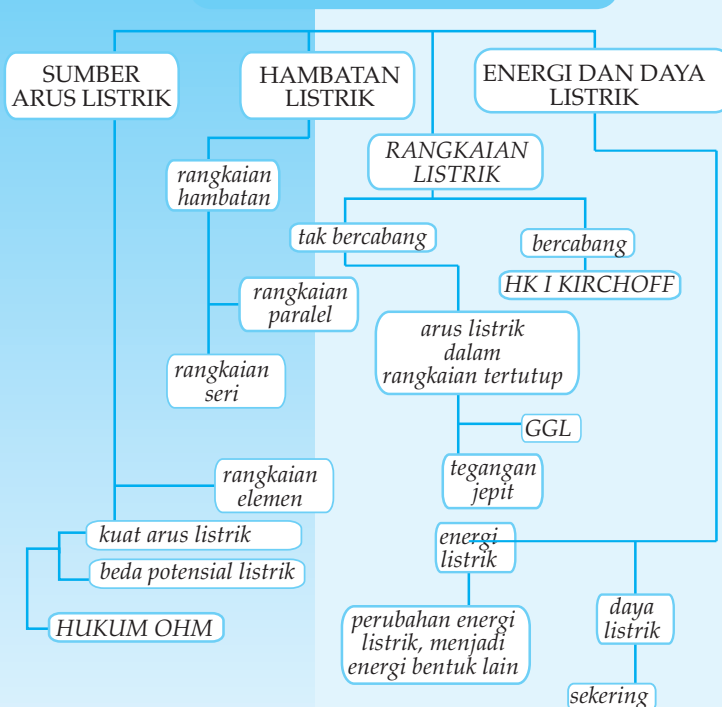
Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan prinsip kerja elemen dan arus listrik yang ditimbulkannya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Menganalisis percobaan listrik dinamis dalam suatu rangkaian serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Mendeskripsikan hubungan energi dengan daya listrik, serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

LISTRIK DINAMIS



A. SUMBER ARUS LISTRIK

1. Prinsip Kerja Sumber Arus Listrik

Kata "listrik" tentunya sudah tidak asing lagi didengar, sebab saat ini tidak saja orang-orang kota yang dapat menikmati listrik, tetapi orang-orang di pedesaan pun sudah banyak yang menikmati listrik.

Banyak sekali alat-alat yang dapat membantu usaha manusia menggunakan energi listrik, seperti lampu listrik, setrika listrik, motor mesin jahit listrik, kipas angin dan masih banyak lagi alat-alat listrik yang menggunakan energi listrik yang tentunya tidak mungkin kita sebutkan semuanya di sini.

Walaupun kata "listrik" sudah tidak asing lagi, tetapi tahukah siapa penemu listrik itu? Tidak ada orang yang tahu! Listrik tidak ditemukan oleh seseorang, melainkan oleh banyak orang. Sebelum dikenalnya listrik mengalir maka yang dikenal orang pertama kali adalah listrik diam.

Orang Yunani kuno disebut-sebut sebagai penemu listrik diam yang pertama. Kemudian ditemukan listrik mengalir oleh orang Itali, yang selanjutnya mengalami perkembangan sampai sekarang ini.

Agar listrik senantiasa dapat mengalir melalui suatu penghantar maka selalu diperlukan adanya beda potensial listrik antara dua titik pada penghantar tersebut. Alat yang dapat menimbulkan perbedaan potensial listrik disebut sumber tegangan listrik (sumber listrik).

Sumber tegangan listrik dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu sumber tegangan arus bolak-balik dan sumber tegangan arus searah.

- a. Sumber tegangan arus bolak balik adalah sumber tegangan yang menghasilkan arus bolak balik, yaitu *sumber tegangan yang kutub positif dan negatifnya berganti-ganti secara periodik*. Misalnya generator arus bolak balik, dinamo sepeda, dan stop kontak arus bolak balik.

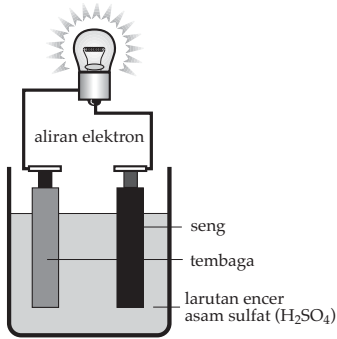


Gambar 8.1 Beberapa sumber tegangan arus bolak-balik

- b. Sumber tegangan arus searah adalah sumber tegangan yang menghasilkan arus searah, yaitu *sumber tegangan yang kutub positif dan negatifnya selalu tetap*. Misalnya, elemen volta, elemen kering, accu, dan generator arus searah. Pada elemen volta, elemen kering, accu energi kimia diubah menjadi energi listrik. Pada generator dan dinamo sepeda, energi mekanik diubah menjadi energi listrik.

Dalam pengisian accu terjadi konversi : yaitu energi listrik diubah menjadi energi kimia.

a. Elemen Volta



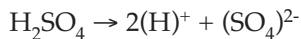
Gambar 8.2 Elemen volta

Alessandro Volta (1745–1827) telah menemukan sumber tegangan yang pertama kali yang dapat mengalirkan listrik dengan cukup besar.

Elemen volta terdiri atas :

- 1) sebuah bejana kaca sebagai tempat
- 2) larutan asam sulfat (H_2SO_4) encer
- 3) sebuah lempeng tembaga (Cu)
- 4) sebuah lempeng seng (Zn)

Dalam elemen volta tersebut lempeng tembaga berfungsi sebagai kutub positif, lempeng seng berfungsi sebagai kutub negatif, sedangkan larutan asam sulfat berfungsi sebagai larutan elektrolit (larutan yang dapat menghantarkan arus listrik). Jika lempeng tembaga dan lempeng seng dihubungkan dengan suatu penghantar maka di dalam larutan asam sulfat terjadi reaksi kimia:



Dalam larutan asam sulfat ion positif (H^+) bergerak dari seng menuju tembaga.

Ion negatif (SO_4^{2-}) bergerak dari tembaga menuju ke seng.

Dalam praktik elemen volta jarang digunakan karena elemen volta mempunyai beberapa kelemahan, sebagai berikut.

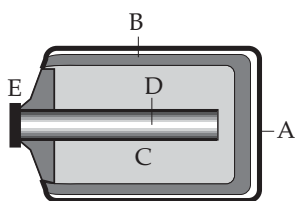
- 1) Arus listrik yang mengalir tidak dapat berlangsung lama karena selama arus listrik mengalir, di dalam larutan elektrolit timbul peristiwa polarisasi, yaitu timbulnya gelembung-gelembung gas di dalam larutan. Gelembung-gelembung tersebut menempel pada lempeng tembaga sehingga dapat menghalangi arus listrik yang mengalir mengakibatkan arus listrik terhenti. Arus listrik dapat mengalir lagi setelah gelembung-gelembung gas yang menempel pada tembaga dihilangkan. Tentunya hal tersebut menyulitkan dalam praktik.
- 2) Beda potensial antara kutub-kutubnya kecil, yaitu ± 1 volt.

b. Elemen kering

Elemen kering dalam kehidupan sehari-hari disebut juga baterai.

Susunan elemen kering adalah sebagai berikut.

- a. Sebuah bejana seng (A) yang sekaligus berfungsi sebagai kutub negatif
- b. Lapisan karton (B) sebagai pelapis dinding (A)
- c. Campuran salmiak (amonium klorida), serbuk arang (karbon) dan batu kawi (mangan dioksida) dalam bentuk pasta dan ditempatkan dalam bejana seng tersebut. (C)
- d. Batang karbon (D) yang ditempatkan di dalam campuran tersebut berfungsi sebagai kutub positif.



Gambar 8.3 Elemen kering

Keterangan :

A : bejana seng

B : lapisan karton

C : campuran salmiak, serbuk arang dan batu kawi

D : batang karbon

E : tutup kuningan

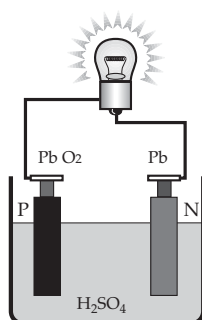
Pada elemen kering tidak terjadi peristiwa polarisasi, karena adanya mangan dioksida dicampur dengan serbuk karbon yang berfungsi menghilangkan peristiwa polarisasi. Dengan demikian, elemen kering dapat lebih lama dalam mengalirkan arus listrik dan praktis digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Beda potensial yang ditimbulkan pada kutub-kutub baterai sekitar 1,5 volt.

c. Accu (Aki)

Dalam kehidupan sehari-hari accu disebut juga dengan aki.

Susunan aki sebagai berikut.

- Sebuah bak yang terbuat dari karet keras atau kaca.
- Larutan asam sulfat encer (H_2SO_4)
- Dua kerangka timbal yang berlubang-lubang sebagai kutub positif dan kutub negatif



Kutub positif aki dilapisi dengan timbal peroksida (PbO_2) yang berwarna coklat, sedangkan kutub negatifnya berlapis timbal (Pb) dalam bentuk buih berpori dan berwarna kelabu.

Gambar 8.4
Bagian-bagian Aki

Beda potensial kutub-kutub aki sekitar 2 volt. Dalam kehidupan sehari-hari kita jumpai aki dengan berbagai ukuran tegangan, antara lain terdapat aki dengan ukuran 6 volt, 8 volt, 10 volt, 12 volt dan sebagainya, sehingga tampak dalam aki tersebut terdapat beberapa sel elemen.

Pada saat aki digunakan maka baik kutub positif (PbO_2) maupun kutub negatif (Pb) lama-lama berubah menjadi timbal sulfat (PbSO_4). Pada saat kedua kutubnya telah berubah menjadi timbal sulfat maka kedua kutubnya mempunyai beda potensial yang sama, sehingga saat itu aki dikatakan dalam keadaan habis (kosong).

Namun aki yang telah habis dapat digunakan dengan jalan diisi kembali (*charge*). Cara pengisian aki dengan menghubungkan kutub positif aki dengan kutub positif sumber arus searah dan kutub negatif aki dengan kutub negatif sumber arus searah.

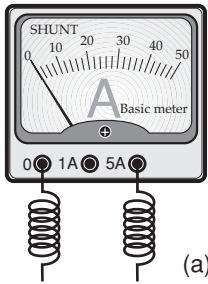
Elemen yang dapat menyimpan muatan listrik di dalamnya dan bila habis dapat diisi kembali sampai berulang kali dengan jalan mengalirkan arus listrik, disebut

elemen sekunder (misal aki). Adapun elemen yang menghasilkan muatan listrik, tetapi ketika habis tidak dapat diberi muatan lagi disebut *elemen primer* (misal: elemen volta dan elemen kering).

Arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian ada yang kuat dan ada yang lemah. Untuk mengukur besarnya kuat arus listrik yang mengalir digunakan alat amperemeter. Satuan kuat arus listrik dalam S.I. adalah Ampere (A). amperemeter dapat dirangkai dari alat Basic meter dan Shunt. Amperemeter harus dirangkai secara seri dengan sumber listrik.

Bagaimana cara membaca hasil ukur kuat arus listrik dengan amperemeter?

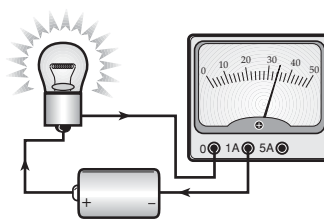
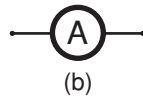
Perhatikan uraian di bawah ini!



Gambar 8.5

(a) amperemeter;

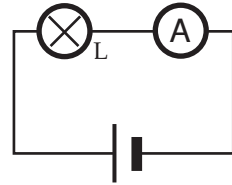
(b) Lambang amperemeter



Gambar 8.6

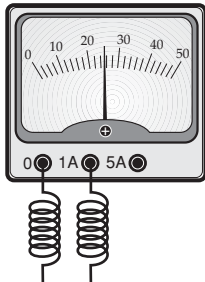
(a) Rangkaian amperemeter;

(b) Bagan Rangkaian amperemeter



Contoh pembacaan hasil ukur amperemeter.

1)

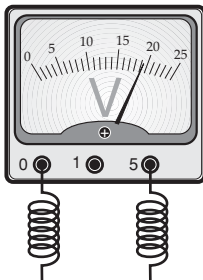


Keterangan :

Batas ukur max = 1 A

$$\begin{aligned} \text{Hasil ukur} &= \frac{12}{25} \times 1 \text{ A} \\ &= 0,48 \text{ A} \end{aligned}$$

2)



Keterangan :

Batas ukur max = 5 A

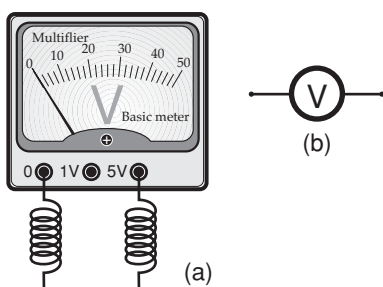
$$\begin{aligned} \text{Hasil ukur} &= \frac{19}{25} \times 5 \text{ A} \\ &= 3,8 \text{ A} \end{aligned}$$

Penyebab adanya arus listrik adalah beda potensial listrik (beda tegangan listrik).

Alat ukur beda potensial listrik adalah voltmeter.

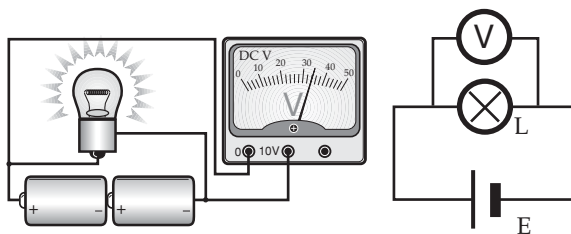
Voltmeter dapat dirangkai dari alat Basic meter dan Multiflier.

Dalam rangkaian listrik, voltmeter harus dirangkai paralel dengan alat listrik. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 8.7

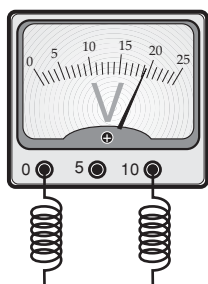
(a) Voltmeter ; (b) Lambang Voltmeter



Gambar 8.8

(a) Rangkaian Voltmeter;
(b) Bagan rangkaian Voltmeter

Contoh pembacaan hasil ukur voltmeter.



Keterangan :

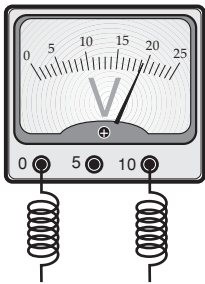
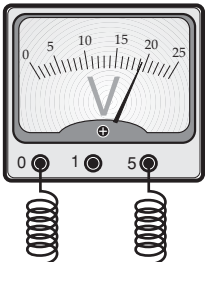
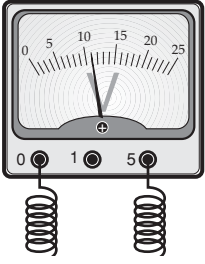
Batas ukur max = 10 V

$$\begin{aligned} \text{Hasil ukur} &= \frac{19}{25} \times 10 \text{ V} \\ &= 7,6 \text{ V} \end{aligned}$$

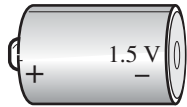
UJI PEMAHAMAN

Tentukan batas ukur maximum dan hasil ukur yang ditunjukkan pada pengukuran di bawah ini!

No.	Alat ukur	Batas ukur max dan hasil ukur
1.		

No.	Alat ukur	Batas ukur max dan hasil ukur
2.		
3.		
4.		

2. Gaya Gerak Listrik dan Tegangan Jepit



Gambar 8.9 Baterai

Gambar 8.9 adalah sebuah baterai yang tertulis 1,5 V. Arti tulisan 1,5 V menyatakan GGL baterai 1,5 volt. Apa arti GGL? Dan apa arti tegangan jepit?

Untuk mengetahuinya lakukan kegiatan di bawah ini!

Kegiatan 7.1 GGL dan Tegangan Jepit

Tujuan : Mendefinisikan Pengertian GGL dan Tegangan jepit.

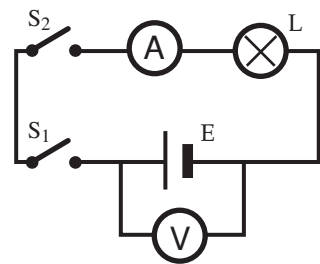
Alat Dan Bahan :

1. Baterai 1,5 V	2 buah
2. Lampu 3,8 V	1 buah
3. Voltmeter	1 buah
4. Amperemeter	1 buah
5. Saklar	2 buah
6. Kabel	secukupnya

Petunjuk : Sebelum melakukan percobaan, perhatikan batas ukur maksimal dari voltmeter dan amperemeter agar sesuai.

Langkah Kegiatan :

- 1) Rangkailah alat-alat seperti gambar di samping.
- 2) Saklar S_1 dan saklar S_2 dalam keadaan terbuka.
 - a) Berapa nilai beda potensialnya?
 - b) Bagaimana keadaan lampu?
 - c) Adakah arus listrik yang mengalir?
- 3) Tutuplah saklar S_1 dan S_2 .
 - a) Berapa nilai beda potensialnya?
 - b) Bagaimana keadaan lampu?
 - c) Adakah arus listrik yang mengalir?



Informasi :

1. Pengukuran beda potensial pada kegiatan 2 adalah kegiatan pengukuran GGL Baterai.
2. Pengukuran beda potensial pada kegiatan 3 adalah kegiatan pengukuran tegangan jepit baterai.

Diskusi :

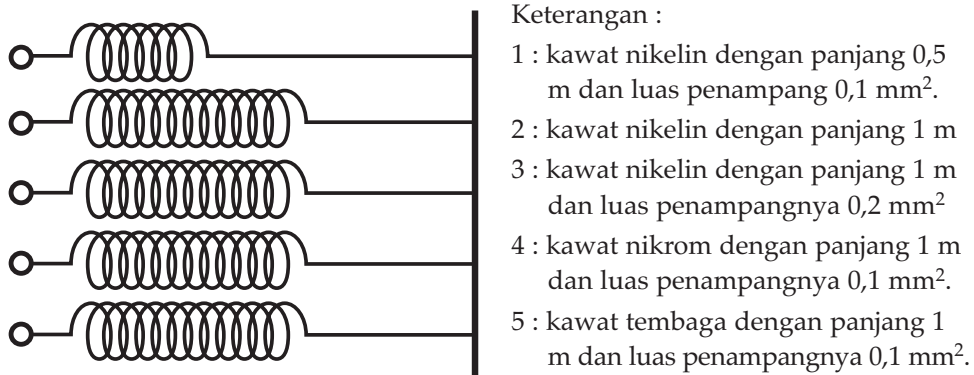
- 1) Apakah yang dimaksud dengan GGL?
- 2) Apakah yang dimaksud dengan tegangan jepit?
- 3) Bagaimana nilai dari GGL dan tegangan jepit? Mengapa!

B. HAMBATAN LISTRIK KAWAT PENGHANTAR

Jika kita ambil kawat penghantar dari bahan yang berbeda, walaupun panjang dan luas penampangnya sama, ternyata nilai hambatannya berbeda. Demikian pula untuk kawat penghantar dari bahan yang sama tetapi jika panjang dan luas penampangnya berbeda maka nilai hambatannya juga berbeda.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai hambatan kawat penghantar. Untuk mengetahui faktor-faktor tersebut diskusikan hasil pengukuran hambatan kawat penghantar dari beberapa jenis dan ukuran kawat di bawah ini!

Kegiatan 8.2.



Gambar 8.10

Gambar 8.10 di atas adalah beberapa kawat penghantar dengan berbagai panjang, luas penampang dan jenis bahan. Setelah pada masing-masing kawat diukur besar hambatannya diperoleh data seperti tampak pada tabel 8.1 berikut.

Tabel 8.1 Besar Hambatan pada kegiatan 8.2

No.	Kawat ke	Besar hambatan (dalam ohm)
1.	1	12,5
2.	2	23
3.	3	12,5
4.	4	45
5.	5	8,5

Diskusi :

1. Bandingkan besar hambatan kawat no. 1 dan no. 2!
 - a. Hambatan kawat no. ... lebih besar dari hambatan kawat no
 - b. Besar hambatan kawat tergantung pada
2. Bandingkan besar hambatan kawat no. 2 dan kawat no. 3!
 - a. Hambatan kawat no. ... lebih besar dari hambatan kawat no
 - b. Besar hambatan kawat tergantung pada

3. Bandingkan besar hambatan kawat no. 2, no. 4, dan no. 5!
 - a. Sama besarkah hambatan ke-3 kawat tersebut?
 - b. Besar hambatan kawat tergantung pada

Kesimpulan :

1. Dari hasil jawaban diskusi dapat disimpulkan bahwa besar hambatan kawat penghantar tergantung pada :
 - a.
 - b.
 - c.
2. Jika R : hambatan kawat penghantar
 ρ : hambatan jenis kawat
 ℓ : panjang kawat penghantar
 A : luas penampang kawat penghantar.

maka besar hambatan kawat penghantar dapat dirumuskan $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$

Catatan :

Jenis kawat menentukan nilai hambatan jenis (ρ) dan besar hambatan kawat penghantar sebanding dengan besar hambatan jenis.

Tabel 8.2 Hambatan Jenis Beberapa Bahan

Zat	Hambatan jenis (ohm meter)
Air biasa	10^2
Air suling	$10^3 - 10^5$
Alkohol	5×10^4
Aluminium	$2,9 \times 10^{-8}$
Besi	$8,6 \times 10^{-8}$
Emas	$2,3 \times 10^{-8}$
Karet	$10^8 - 10^{13}$
Manganin	$4,3 - 10^{-7}$
Mika	10^{13}
Minyak tanah	10^{14}
Tembaga	$1,4 \times 10^{-8}$
Wolfram	$5,6 \times 10^{-8}$

Berbagai simbol penghambat konstan antara lain :



Gambar 8.11 Beberapa simbol hambatan

Contoh soal :

Berapa besar hambatan listrik dari kawat tembaga yang panjangnya 12 m dengan luas penampang $2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ jika hambatan jenis tembaga $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ ohm meter}$.

Penyelesaian :

Diketahui : $L = 12 \text{ m}$

$$A = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ ohm meter}$$

Ditanya : $R = \dots?$

Jawab :

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = 1,7 \cdot 10^{-8} \frac{12}{2 \cdot 10^{-6}}$$

$$R = 10,2 \cdot 10^2$$

$$R = 0,102 \text{ ohm}$$

UJI PEMAHAMAN

- Mengapa elemen volta tidak dapat digunakan dalam waktu yang lama?
 - Sebutkan persamaan dan perbedaan antara elemen volta dan aki
- Sebuah kawat dengan panjang L dan luas penampang A mempunyai hambatan 15Ω . Berapakah besar hambatan kawat tersebut jika mempunyai panjang $\frac{1}{2} L$ dan luas penampang $\frac{1}{4} A$.
- Kawat penghantar terbuat dari kawat tembaga dengan luas penampang 2 mm^2 dan panjang 1000 m . Jika hambatan jenis kawat $1,4 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$, berapa besar hambatan kawat tersebut?
- Kawat penghantar dengan luas penampang $2,8 \text{ mm}^2$ dan panjang 200 m mempunyai hambatan sebesar 4Ω . Berapa hambatan jenis dari bahan kawat tersebut?

C. RANGKAIAN LISTRIK

1. Arus Listrik dan Potensial Listrik

a. Arus Listrik

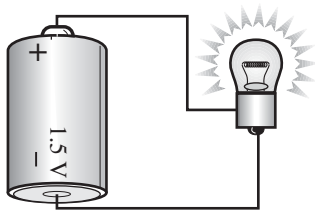
Pada bab sebelumnya telah dibahas tentang listrik statis. Di dalam pembahasan listrik statis tentunya kalian telah mengenal dua macam muatan listrik, yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negatif. Jika terdapat dua benda bermuatan listrik dengan potensial listrik tidak sama maka apabila kedua benda itu dihubungkan oleh penghantar logam akan terjadi aliran muatan negatif (elektron) dari benda yang berpotensi rendah ke benda yang berpotensi tinggi. Jika muatan listrik positif dapat mengalir maka muatan listrik positif mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.

Aliran muatan-muatan listrik itulah yang disebut dengan arus listrik. Bagian dari pelajaran listrik yang membicarakan tentang listrik mengalir disebut *listrik dinamik* atau *elektrodinamik*.

1) Arah Arus Listrik

Arus listrik didefinisikan sebagai aliran muatan-muatan listrik. Adapun muatan listrik ada dua macam yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negatif yang keduanya bergerak dalam arah yang berlawanan. Arah arus listrik ditentukan menurut perjanjian arah gerak muatan listrik positif, yaitu dari potensial tinggi ke potensial rendah.

Dalam penghantar logam, arus listrik berupa aliran elektron-elektron yang bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi. Walaupun demikian, kesepakatan di atas masih tetap berlaku hingga sekarang.



Gambar 8.12

Gambar di samping adalah suatu rangkaian sederhana yang terdiri dari sebuah baterai dan sebuah lampu yang dihubungkan dengan kawat penghantar.

- a) Arah arus listrik dalam kawat penghantar dari potensial tinggi (kutub positif) ke potensial rendah (kutub negatif).

- b) Arah arus listrik dalam sumber listrik (baterai) dari potensial rendah (kutub negatif) ke potensial tinggi (kutub positif).

2) Kuat Arus Listrik (I)

Misalnya dalam waktu t detik mengalir muatan listrik sebesar Q coulomb. maka dalam setiap detik mengalir muatan sebesar $\frac{Q}{t}$. Banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap detik melalui suatu penghantar disebut kuat arus listrik, dinyatakan dengan simbol I .

Jadi,

$$I = \frac{Q}{t}$$

Keterangan

Q = muatan listrik (dalam coulomb)

t = waktu (dalam detik)

I = kuat arus (dalam coulomb/detik)

Coulomb/detik sering disebut ampere disingkat dengan A , menurut nama seorang ilmuwan Perancis bernama **A.M. Ampere** (1775–1836). Dari pernyataan tersebut di atas didapat :

$$1 \text{ ampere} = 1 \text{ coulomb/sekond}$$

Satuan kuat arus listrik lain yang sering juga digunakan adalah miliampere (mA) dan mikroampere (μA).

$$1 \text{ mA} = \frac{1}{1000} \text{ A dan } 1 \mu A = \frac{1}{1000000} \text{ A}$$

Satuan besar muatan listrik lain yang juga sering digunakan adalah mikro coulomb (μC).

$$1 \text{ C} = 3 \times 10^9 \text{ st.C dan } 1 \mu C = \frac{1}{1000000} \text{ C}$$

Contoh soal:

1. Dalam waktu 1 menit muatan listrik sebesar 180 coulomb dapat mengalir melalui kawat penghantar. Berapa kuat arus listrik yang mengalir dalam kawat penghantar tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon}$

$$Q = 180 \text{ C}$$

Ditanya : $I = \dots?$

Jawab :

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$I = \frac{180}{60} = 3 \text{ A}$$

- 2) Kuat arus listrik sebesar 50 mA sedang mengalir melalui kawat penghantar. Berapa besar muatan listrik yang mengalir melalui kawat penghantar tersebut selama 10 sekon?

Penyelesaian :

Diketahui : $I = 50 \text{ mA} = 0,05 \text{ A}$

$t = 10 \text{ sekon}$

Ditanya : $Q = \dots?$

Jawab :

$$Q = I \times t$$

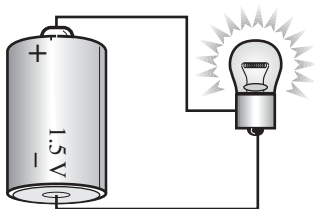
$$Q = 0,05 \times 10$$

$$Q = 0,5 \text{ C}$$

UJI PEMAHAMAN

1. Muatan listrik sebesar $4 \mu\text{C}$ dapat mengalir melalui penghantar dalam waktu 0,01 sekon. Berapakah kuat arus listrik yang mengalir melalui penghantar tersebut?
2. Dalam penghantar logam selama 0,2 sekon dapat mengalir elektron sebanyak $2 \cdot 10^{17}$ buah. Jika muatan elektron $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, berapakah kuat arus listrik yang mengalir selama itu?

b. Potensial Listrik



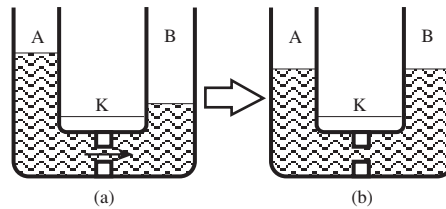
Gambar 8.13

Gambar 8.13 di samping, sebuah lampu sedang menyala karena dihubungkan dengan sebuah baterai. Selama lampu menyala kita katakan terdapat arus listrik yang mengalir melalui lampu tersebut.

Jika kemudian lampu mati (padam) maka kita katakan tidak ada arus listrik yang melalui lampu atau baterai. Tentu sekarang timbul pertanyaan bagi kita, apakah yang menyebabkan timbulnya arus listrik itu?

Karena arus listrik tidak dapat kita lihat secara langsung maka untuk mempermudah pemahaman tentang arus listrik tersebut dan penyebabnya, kita dapat mengidentikkan arus listrik tersebut sebagai aliran air.

Untuk itu perhatikan aliran air dalam bejana berhubungan di bawah ini!



Gambar 8.14

Pada gambar 8.14 (a) di atas tampak jika kran K dibuka maka terjadi aliran air dari bejana A menuju ke bejana B.

Aliran air dalam bejana tersebut berhenti setelah tinggi permukaan air dalam bejana A = tinggi permukaan air dalam bejana B (gambar 8.14 b).

Aliran air dalam bejana berhubungan tersebut di atas merupakan gambaran sederhana tentang arus listrik. Dalam kelistrikan, tinggi permukaan air tersebut identik dengan potensial listrik atau tegangan listrik.

Jadi, beda potensial listrik atau beda tegangan listrik adalah suatu besaran yang mempengaruhi aliran muatan listrik dalam penghantar, seperti tekanan aliran zat cair.

Dalam bejana berhubungan tersebut di atas air dapat mengalir selama terdapat perbedaan tinggi permukaan air dalam kedua bejana berhubungan tersebut. Demikian juga listrik dapat mengalir dalam penghantar selama terdapat beda potensial (beda tegangan) pada ujung-ujung penghantar tersebut.

Jadi, penyebab terjadinya arus listrik dalam suatu penghantar karena adanya beda potensial pada ujung-ujung penghantar tersebut.

Satuan beda potensial dalam SI adalah volt.

Dua buah titik dikatakan mempunyai beda potensial 1 volt jika untuk memindahkan muatan listrik 1 coulomb dari titik berpotensi rendah ke titik yang berpotensi tinggi diperlukan energi 1 joule.

Dari pernyataan tersebut, diperoleh suatu persamaan :

$$V = \frac{W}{Q}$$

Keterangan :

V adalah beda potensial, dalam SI bersatuan volt

W adalah energi (usaha), dalam SI bersatuan joule

Q adalah muatan listrik, dalam SI bersatuan coulomb

Catatan :

1) Satuan beda potensial yang lain adalah kilo Volt (kV), Mega Volt (MV)

1 kV = 10^3 V ; 1 MV = 10^6 V

2) Satuan energi (usaha) adalah joule

Contoh soal:

Untuk memindahkan muatan listrik sebesar 2 coulomb dari titik A ke titik B diperlukan energi sebesar 10 joule. Berapakah beda potensial antara titik A dan titik B tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $Q = 2 \text{ C}$

$W = 10 \text{ J}$

Ditanya : $V = \dots?$

Jawab :

$$V = \frac{W}{Q}$$

$$V = \frac{10}{2}$$

$$V = 5 \text{ volt}$$

UJI PEMAHAMAN

1. Berapa energi listrik yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik sebesar μC di antara dua titik yang mempunyai beda potensial 5 volt?
2. Untuk memindahkan elektron sebanyak 20 buah dalam penghantar logam yang mempunyai beda potensial sebesar V diperlukan energi $3,2 \cdot 10^{-17}$ joule. Berapakah nilai V ?

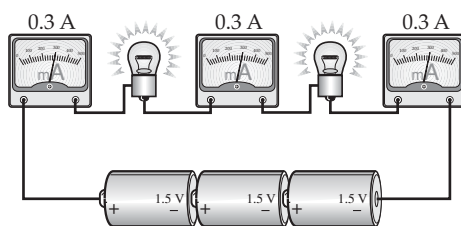
2. Rangkaian Listrik

Pada saat arus listrik mengalir melalui suatu penghantar, berarti terjadi aliran elektron-elektron di dalam penghantar dan di dalam sumber tegangan listrik.

Jalan yang ditempuh elektron-elektron sewaktu mengalir melalui penghantar atau konduktor dan kutub-kutub elemen disebut rangkaian listrik.

Rangkaian listrik tersebut ada yang tidak bercabang dan ada yang bercabang.

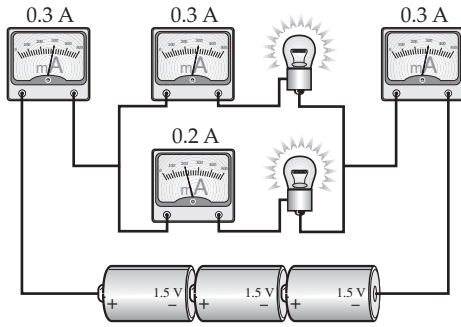
a. Rangkaian listrik tidak bercabang



Gambar 8.15

Gambar 8.15 di samping adalah suatu rangkaian tidak bercabang. Dari hasil pengukuran dengan amperemeter di setiap tempat pada rangkaian tersebut ternyata diperoleh hasil pengukuran yang sama. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa besarnya arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tidak bercabang di mana-mana adalah sama besar.

b. Rangkaian listrik bercabang



Gambar 8.16

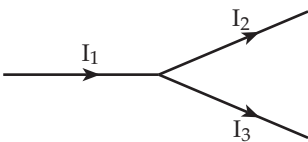
Gambar 8.16 adalah suatu rangkaian bercabang yang sederhana. Dari hasil pengukuran dengan amperemeter menunjukkan besar kuat arus listrik yang masuk titik percabangan sama besar dengan kuat arus listrik yang keluar titik percabangan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dalam rangkaian bercabang besar kuat arus listrik yang masuk titik percabangan sama dengan

besar kuat arus yang keluar titik percabangan. Pernyataan tersebut dikenal dengan nama Hukum I Kirchoff.

Contoh :

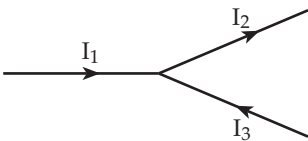
1)



Dari gambar di samping diperoleh:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

2)



Dari gambar di samping diperoleh:

$$I_1 + I_3 = I_2$$

3. Hukum Ohm Pada Rangkaian Listrik



sumber: Jendela Iptek Listrik

Gambar 8.17

George Simon Ohm

Jika kita kembali menyimak penggambaran arus listrik dengan aliran air dalam bejana yang telah kita bahas pada Potensial Listrik ternyata jika semakin tinggi perbedaan tinggi permukaan air dalam kedua bejana tersebut, semakin deras pula air mengalir. Apakah hal tersebut berlaku pula pada arus listrik?

Seorang ilmuwan Jerman bernama **George Simon Ohm** (1789 –1854) telah menemukan hubungan antara beda potensial dengan kuat arus listrik, yang kemudian dikenal dengan hukum ohm.

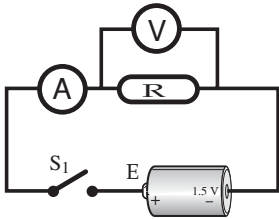
George Simon Ohm mendapatkan hubungan antara beda potensial dan kuat arus dengan jalan mengandaikan bahwa hubungan tersebut sama dengan sifat-sifat aliran panas dalam suatu penghantar panas. Dari pengandaian itu akhirnya George Simon Ohm mengambil kesimpulan sebagai berikut.

"Kuat arus yang mengalir dalam suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu (selama suhu penghantar tetap)."

Pernyataan itu kemudian dikenal sebagai *hukum ohm*. Setelah pernyataan ohm diteliti oleh para ahli dengan cara melakukan percobaan-percobaan. Dalam batas-batas ketelitian percobaan yang dilakukan, pernyataan Ohm itu dianggap benar.

Untuk lebih memahami pernyataan hukum ohm tersebut, ikuti hasil percobaan di bawah ini!

Kegiatan 8.3



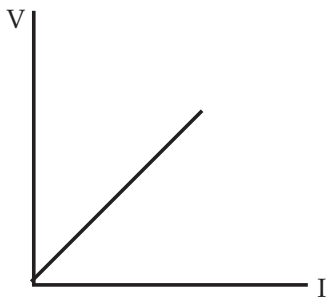
Gambar di samping adalah skema rangkaian percobaan hukum ohm. Banyaknya baterai pada rangkaian tersebut diubah-ubah. Besarnya arus listrik yang mengalir melalui hambatan R yang terbaca pada Amperemeter (A) dan beda potensial ujung-ujung hambatan R yang terbaca pada voltmeter (V) terlihat seperti tabel 8.3.

Tabel 8.3

No.	Jumlah Battery	Angka yang ditunjukkan oleh		$\frac{V}{I}$
		Voltmeter (V)	Amperemeter (A)	
1.	1 buah	1,5 volt	0,15 A	10
2.	2 buah	3,0 volt	0,30 A	10
3.	3 buah	4,5 volt	0,45 A	10

Berdasarkan tabel di atas diperoleh hal sebagai berikut.

1. Nilai V sebanding dengan I ($V \sim I$) sehingga grafik hubungan V dan I seperti di bawah ini.



2. Perbandingan $\frac{V}{I}$ adalah konstan.

Dari percobaan tersebut jika nilai hambatan R diukur dengan ohmmeter diperoleh nilai $R = 10 \Omega$, sehingga persamaan hukum ohm:

$$V = I \cdot R$$

V = beda potensial listrik (volt)

I = kuat arus listrik (Ampere)

R = hambatan listrik (ohm)

Contoh soal :

- 1) Jika ujung-ujung sebuah penghantar yang berhambatan 5 Ohm diberi beda potensial 1,5 volt, berapakah kuat arus listrik yang mengalir?

Penyelesaian :

Diketahui : $R = 5 \text{ ohm}$
 $V = 1,5 \text{ Volt}$

Ditanya : $I = \dots?$

Jawab :

$$i = \frac{V}{I}$$

$$i = \frac{1,5}{5} = 0,3 \text{ A}$$

- 2) Pada saat ujung-ujung sebuah penghantar yang berhambatan 50 ohm diberi beda potensial, ternyata kuat arus listrik yang mengalir 50 mA. Berapakah beda potensial ujung-ujung penghantar tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $R = 50 \text{ ohm}$
 $i = 50 \text{ mA} = 0,05 \text{ A}$

Ditanya : $V = \dots?$

Jawab :

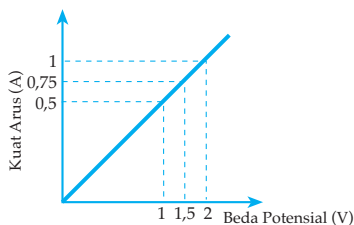
$$V = i \times R$$

$$V = 0,05 \times 50$$

$$V = 2,5 \text{ Volt}$$

UJI PEMAHAMAN

1.

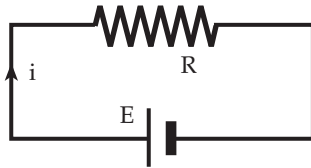


Perhatikan grafik hubungan antara beda potensial dan kuat arus di samping! Kemudian buatlah kesimpulan dari grafik tersebut!

2. Pada sebuah penghantar jika diberi beda potensial listrik sebesar V , arus listrik yang mengalir melalui penghantar sebesar 20 mA. Berapakah beda potensial listrik yang harus diberikan pada penghantar tersebut agar arus yang mengalir sebesar 5 mA?
4. Pada penghantar logam yang berhambatan 5 W diberi beda potensial listrik 1,5 volt. Berapakah banyaknya elektron yang mengalir melalui penghantar tersebut selama 2 menit, jika $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$?

4. Arus Listrik dalam Rangkaian Tertutup

Pada saat kita membahas GGL dan tegangan jepit baterai di atas, ternyata nilai GGL baterai tidak sama dengan nilai tegangan jepit baterai. Hal tersebut dikarenakan adanya hambatan dalam baterai yang disebut hambatan dalam. Bagaimanakah besar arus listrik dalam rangkaian tertutup? Perhatikan uraian di bawah ini!



Gambar 8.18
Rangkaian tertutup

Gambar 8.18 di samping melukiskan rangkaian tertutup sederhana yang terdiri atas hambatan luar R dan sumber listrik (baterai) yang mempunyai $GGL = E$ dan berhambatan dalam $= r$, maka besar kuat arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Keterangan :

I = kuat arus listrik (dalam ampere)

E = GGL sumber listrik (dalam volt)

R = hambatan luar (dalam ohm)

r = hambatan dalam (dalam ohm)

Berdasarkan persamaan : $I = \frac{E}{R + r}$ maka di dapat :

$$E = I (R + r)$$

$$E = I \cdot R + I \cdot r$$

Hasil kali kuat arus dengan hambatan luar disebut tegangan jepit (V_j) sehingga diperoleh :

$$V_j = I \cdot R$$

Hasil kali kuat arus dengan hambatan dalam disebut tegangan rugi atau tegangan polarisasi (E_{pol}), sehingga $E_{pol} = I \cdot r$.

Untuk itu persamaan hukum Ohm dapat dinyatakan : $E = V_j + E_{pol}$.

Contoh soal:

- 1) Sebuah baterai yang ber-GGL 1,5 Volt dan berhambatan dalam 0,5 ohm dihubungkan dengan sebuah lampu yang berhambatan 4 ohm.

Hitunglah :

- a) kuat arus yang mengalir melalui lampu,
- b) tegangan jepit baterai,
- c) tegangan rugi baterai!

Penyelesaian :

Diketahui : $E = 1,5$ volt; $r = 0,5$ ohm; $R = 4$ ohm

Ditanya : a) $I = \dots?$

b) $V = \dots?$

c) $E_{pol} = \dots?$

Jawab :

$$\begin{array}{lll} \text{a)} & I = \frac{E}{R + r} & \text{b)} \quad V_j \\ & I = \frac{1,5}{4 + 0,5} & \text{c)} \quad E_{\text{pol}} = I \cdot r \\ & I = 0,33 \text{ A} & E_{\text{pol}} = 0,33 \times 0,5 \\ & = I \cdot R = 0,33 \times 4 = 1,32 \text{ Volt} & E_{\text{pol}} = 0,165 \text{ Volt} \end{array}$$

- 2) Sebuah aki yang ber-GGL 6 volt dihubungkan dengan sebuah penghantar yang berhambatan 9 ohm. Ternyata tegangan jepitnya 5,4 volt. Berapakah hambatan dalam accu tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $E = 6 \text{ volt}$; $V_j = 5,4 \text{ volt}$; $R = 9 \text{ ohm}$

Ditanya : $r = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned} I &= V_j : R \\ I &= 5,4 : 9 = 0,6 \text{ A} \\ I \cdot r &= E \pm V_j \\ r &= \frac{E - V_j}{I} \\ r &= \frac{6 - 5,4}{0,6} = \frac{0,6}{0,6} \\ r &= 1 \text{ ohm} \end{aligned}$$

UJI PEMAHAMAN

1. Sebuah elemen dengan GGL = E dan hambatan dalam = r , pada saat ditutup dengan penghambatan 29Ω arus yang mengalir $0,1 \text{ A}$ dan jika ditutup dengan penghambatan 9Ω arus yang mengalir $0,3 \text{ A}$. Berapakah nilai E dan r ?
2. Sebuah elemen dengan GGL = 2 Volt digunakan untuk menyalakan sebuah lampu yang berhambatan $9,5 \Omega$. Jika tegangan jepit elemen saat itu $1,9 \text{ volt}$, berapakah hambatan dalam elemen tersebut?

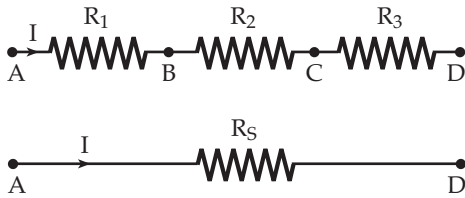
5. Rangkaian Hambatan

Dalam suatu rangkaian listrik, sering terdapat lebih dari satu penghambat, sehingga terjadi suatu rangkaian hambatan. Dari rangkaian-rangkaian hambatan tersebut ada yang dirangkai secara berderet yang disebut rangkaian seri dan ada yang dirangkai secara sejajar yang disebut rangkaian paralel.

Dengan demikian rangkaian hambatan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel.

- a. Rangkaian Seri
- b. Rangkaian Paralel.

a. Rangkaian Hambatan Seri



Gambar 8.19

Jika terdapat beberapa hambatan yang dirangkai secara seri dan dihubungkan dengan sumber listrik maka masing-masing hambatan tersebut dilalui oleh arus listrik yang sama besar. Dengan demikian dari rangkaian tersebut diperoleh :

$$1) V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} = V_{AD} \text{ atau } V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} = V_{AD}$$

$$2) V_{AB} = I \cdot R_1, V_{BC} = I \cdot R_2, V_{CD} = I \cdot R_3.$$

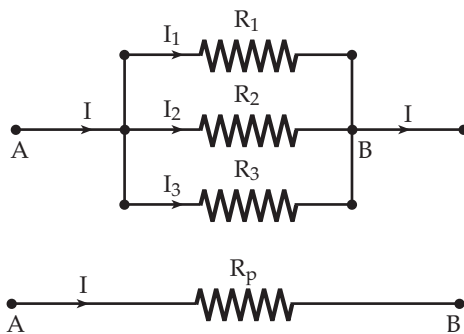
$$\text{Maka } V_{AD} = I (R_1 + R_2 + R_3) \text{ atau } V_{AD} = I \cdot R_s$$

$$3) \text{ Besar hambatan pengganti } (R_s).$$

$$V_{AD} = I \cdot R_s \text{ atau } V_{AD} = I (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\text{Maka : } R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

b. Rangkaian Hambatan Secara Paralel



Gambar 8.20

Jika terdapat beberapa hambatan yang dirangkai secara paralel dan dihubungkan dengan sumber listrik maka masing-masing ujung-ujung hambatan tersebut mempunyai beda potensial yang sama.

Dengan demikian, dari rangkaian tersebut diperoleh :

$$1) V_{R_1} = V_{R_2} = V_{R_3} = V_{AB}$$

$$2) V_{R_1} = I_1 \cdot R_1; V_{R_2} = I_2 \cdot R_2;$$

$$V_{R_3} = I_3 \cdot R_3$$

$$3) I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{V_{AB}}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_{R_2}}{R_2} = \frac{V_{AB}}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V_{R_3}}{R_3} = \frac{V_{AB}}{R_3}$$

4) Jika besar hambatan penggantinya (R_p) maka :

$$I_1 = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{V_{AB}}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_{R_2}}{R_2} = \frac{V_{AB}}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V_{R_3}}{R_3} = \frac{V_{AB}}{R_3}$$

$$\text{Dari : } I = I_1 + I_2 + I_3$$

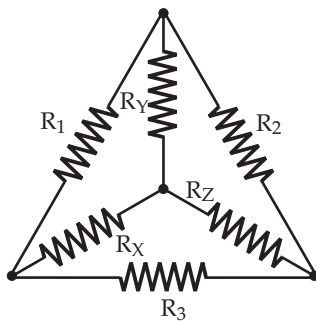
$$\text{Maka : } \frac{V_{AB}}{R_p} = \frac{V_{AB}}{R_1} + \frac{V_{AB}}{R_2} + \frac{V_{AB}}{R_3}$$

$$\text{Sehingga : } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Catatan :

1) Dalam kehidupan sehari-hari sering kita jumpai rangkaian campuran. Untuk nilai hambatan pengganti dari rangkaian campuran dapat dinyatakan dengan R_t (R_{total})

2)



Jika terdapat rangkaian hambatan yang tidak dapat diselesaikan dengan cara seri dan paralel dapat dibantu dengan cara rangkaian hambatan segitiga.

Dari gambar di samping maka R_1 , R_2 , dan R_3 dapat diganti dengan R_X , R_Y , dan R_Z dengan nilai :

$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}; \quad R_Y = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_Z = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Contoh soal:

1. Dua buah penghambat besarnya masing-masing 2 ohm dan 3 ohm. Berapakah besar hambatan penggantinya jika :

- kedua penghambat tersebut dirangkai seri.
- kedua penghambat tersebut dirangkai paralel.

Penyelesaian :

$$\text{Diketahui: } R_1 = 2 \text{ ohm}$$

$$R_2 = 3 \text{ ohm}$$

$$\text{Ditanya : a. } R_s = \dots?$$

$$\text{b. } R_p = \dots?$$

Jawab :

a. $R_s = R_1 + R_2$

$$= 2 + 3$$

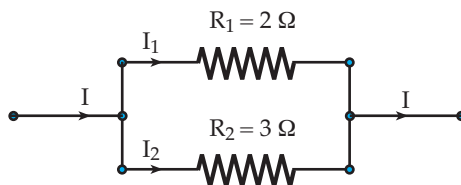
$$R_s = 5 \text{ ohm}$$

b. $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6}$$

$$R_P = \frac{6}{5} \text{ ohm}$$

2.



Dari gambar di samping jika $I = 1 \text{ A}$. Berapakah kuat arus listrik yang melalui hambatan R_1 dan R_2 ?

Penyelesaian :

Diketahui : $I = 1 \text{ A}$

$R_1 = 2 \text{ ohm}$

$R_2 = 3 \text{ ohm}$

Ditanya : a. $I_1 = \dots?$

b. $I_2 = \dots?$

Jawab :

a. $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6}$$

$$R_P = \frac{6}{5} \text{ ohm}$$

$$V_{AB} = 1 \cdot R_P$$

$$V_{AB} = 1 \cdot \frac{6}{5}$$

$$V_{AB} = 1,2 \text{ Volt}$$

$$V_{AB} = I_1 \cdot R_1$$

$$1,2 = I_1 \cdot 2$$

$$I_1 = 1,2 : 2$$

$$I_1 = 0,6 \text{ A}$$

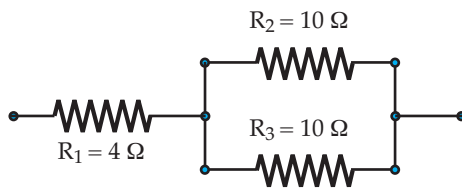
b. $V_{AB} = I_2 \cdot R_2$

$$1,2 = I_2 \cdot 3$$

$$I_2 = 1,2 : 3$$

$$I_2 = 0,4 \text{ A}$$

3.



Berapakah besar hambatan pengganti dari rangkaian hambatan di samping?

Penyelesaian :

Diketahui : $R_1 = 4 \text{ ohm}$

$R_2 = 10 \text{ ohm}$

$R_3 = 10 \text{ ohm}$

Ditanya : $R_t = \dots?$

Jawab :

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_P = \frac{10}{2} = 5 \text{ ohm}$$

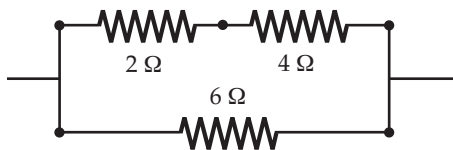
$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$R_P = R_1 + R_P$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{2}{10}$$

$$R_t = 4 + 5 = 9 \text{ ohm}$$

4.



Berapakah besar hambatan pengganti dari rangkaian hambatan di samping?

Penyelesaian :

Diketahui : $R_1 = 2 \text{ ohm}$

$R_2 = 4 \text{ ohm}$

$R_3 = 6 \text{ ohm}$

Ditanya : $R_t = \dots?$

Jawab :

$$R_s = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6 \text{ ohm}$$

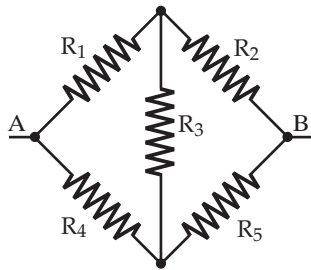
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{2}{6} \rightarrow R_t = \frac{6}{2}$$

$$R_t = 3 \Omega$$

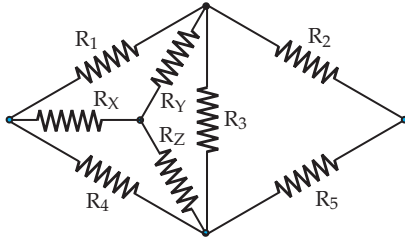
5.



Dari rangkaian di samping jika nilai $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10 \text{ W}$ maka tentukan nilai hambatan pengganti antara titik A dan titik B.

Penyelesaian :

Untuk menyelesaikan rangkaian tersebut harus dibantu dengan sistem segitiga.



$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{100}{30} = \frac{10}{3} \Omega$$

$$R_Y = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3 + R_4} = \frac{100}{30} = \frac{10}{3} \Omega$$

$$R_Z = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_1 + R_3 + R_4} = \frac{100}{30} = \frac{10}{3} \Omega$$

$$R_{s1} = R_Y + R_2 = \frac{10}{3} + 10 = \frac{40}{3} \Omega$$

$$R_{s2} = R_Z + R_5 = \frac{10}{3} + 10 = \frac{40}{3} \Omega$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_{s1}} + \frac{1}{R_{s2}} = \frac{3}{40} + \frac{3}{40} \rightarrow R_P = \frac{40}{6} \Omega$$

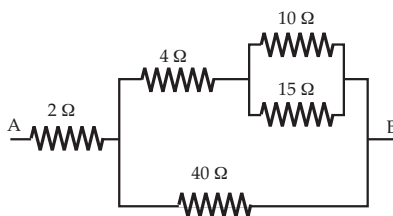
$$R_t = R_X + R_P = \frac{10}{3} + \frac{40}{6} = \frac{60}{6} = 10 \Omega$$

Jadi $R_{AB} = R_t = 10 \Omega$

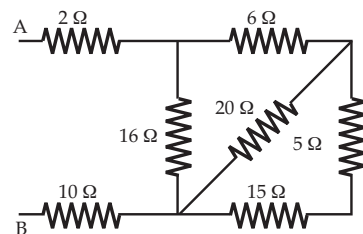
UJI PEMAHAMAN

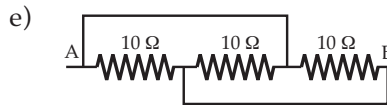
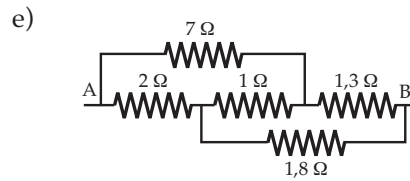
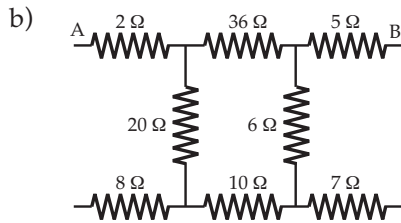
Tentukan nilai hambatan pengganti antara titik A dan titik B dari rangkaian hambatan di bawah ini!

a)



d)

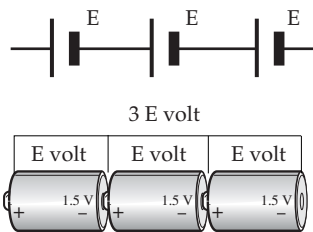




6. Rangkaian Elemen

Elemen merupakan sumber listrik searah, misalnya baterai, aki dan sebagainya. Elemen-elemen tersebut dapat dirangkai secara bersambungan, yaitu kutub positif disambung dengan kutub negatif yang disebut rangkaian seri elemen, dan juga dapat dirangkai secara berdampingan, yaitu kutub positif dihubungkan dengan kutub positif, kutub negatif dihubungkan dengan kutub negatif yang disebut rangkaian paralel elemen.

a. Rangkaian Seri Elemen



Gambar 8.21

Tiga Sumber tegangan dihubungkan seri dan skemanya

Dari rangkaian seri elemen tersebut di dapat :

- 1) GGL penggantinya (E_t)

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3$$

- 2) Hambatan dalam penggantinya (r_s)

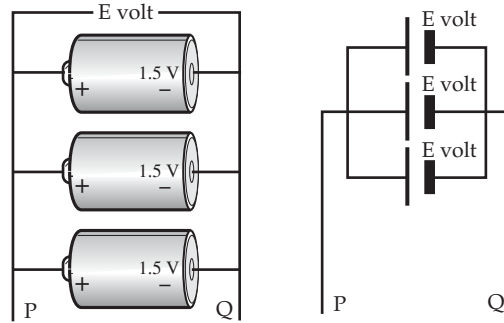
$$r_s = r_1 + r_2 + r_3$$

- 3) Jika rangkaian seri elemen tersebut dihubungkan dengan sebuah hambatan luar (R) maka besarnya arus listrik yang mengalir dapat dihitung dengan persamaan:

$$I = \frac{E_t}{R + r_s} \quad \text{atau} \quad I = \frac{nE}{R + nr}$$

n = jumlah elemen yang dirangkai seri (untuk elemen-elemen dengan GGL yang sama)

b. Rangkaian Paralel Elemen



Gambar 8.22

Tiga sumber tegangan dihubungkan paralel dan skemanya

Dari rangkaian paralel elemen tersebut diperoleh:

- 1) Untuk $E_1 = E_2 = E_3$ maka harga GGL penggantinya : $E_t = E_1 = E_2 = E_3$
- 2) Hambatan dalam penggantinya (r_p) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

- 3) Jika rangkaian paralel elemen tersebut dihubungkan dengan sebuah hambatan luar (R) maka besarnya arus listrik yang mengalir dapat dihitung dengan persamaan :

$$I = \frac{E_t}{R + r_p} \quad \text{atau} \quad I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

n = jumlah elemen yang dirangkai paralel
(untuk elemen-elemen dengan GGL yang sama)

Contoh :

1. Dua buah elemen yang masing-masing dengan GGL 1,5 volt dan berhambatan dalam 0,5 ohm dirangkai secara seri dan dihubungkan dengan sebuah lampu yang berhambatan 5 ohm. Berapakah besar kuat arus listrik yang mengalir melalui lampu tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $E_1 = 1,5 \text{ Volt}$
 $E_2 = 1,5 \text{ Volt}$
 $r_1 = 0,5 \text{ ohm}$
 $r_2 = 0,5 \text{ ohm}$
 $R = 5 \text{ ohm}$

Ditanya : $I = \dots?$

Jawab :

$r_s = r_1 + r_2$	$I = \frac{E_t}{R + r_s}$ $I = \frac{3}{5 + 1}$ $= 0,5 \text{ Ampere}$
$r_s = 0,5 + 0,5$	
$r_s = 1 \text{ ohm}$	
$E_t = E_1 + E_2$	
$E_t = 1,5 + 1,5$	
$E_t = 3 \text{ volt}$	

2. Dua buah elemen masing-masing dengan GGL 1,5 volt dan berhambatan dalam 0,5 ohm dirangkai secara paralel dan dihubungkan dengan sebuah lampu yang berhambatan 4,25 ohm. Berapakah kuat arus listrik yang mengalir melalui lampu?

Penyelesaian :

Diketahui:

$E_1 = 1,5 \text{ Volt}$
$E_2 = 1,5 \text{ Volt}$
$r_1 = 0,5 \text{ ohm}$
$r_2 = 0,5 \text{ ohm}$
$R = 4,25 \text{ ohm}$

Ditanya : $I = \dots?$

Jawab :

$\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$	$I = \frac{E_t}{R + r_p}$ $I = \frac{1,5}{4,25 + 0,25}$ $I = 0,33 \text{ A}$
$\frac{1}{r_p} = \frac{1}{0,5} + \frac{1}{0,5} = 0,25 \text{ ohm}$	
$E_t = E_1$	
$E_t = 1,5 \text{ volt}$	

UJI PEMAHAMAN

1. Empat buah baterai yang masing-masing ber-GGL 1,5 volt, berhambatan dalam 0,5 W dirangkai seri. Rangkaian ini digunakan untuk menyalakan sebuah lampu yang berhambatan 28 W. Hitunglah:
 - a. kuat arus listrik yang mengalir melalui lampu
 - b. tegangan jepit rangkaian baterai tersebut
2. Dua buah aki yang masing-masing ber-GGL = E volt dan berhambatan dalam 0,5 W dirangkai paralel. Rangkaian ini digunakan untuk menyalakan sebuah lampu yang berhambatan 7,75 W. Jika arus listrik yang mengalir melalui lampu = 250 mA, berapakah nilai E?

7. Konduktor dan Isolator

Pada tahun 1729, seorang Ilmuwan Inggris bernama **Stephen Gray** menemukan bahwa muatan listrik dapat berpindah dari suatu benda ke benda lainnya yang tidak bermuatan.

Namun ada juga zat yang sukar atau tidak dapat menghantarkan muatan listrik. Zat yang dapat menghantarkan muatan listrik dari suatu tempat ke tempat lainnya disebut penghantar atau konduktor. Contoh bahan konduktor antara lain : logam-logam, karbon, air raksa, badan manusia, elektrolit, kayu basah dan tanah (bumi).

Zat-zat yang sukar atau tidak dapat menghantarkan muatan listrik disebut penyekat atau isolator. Contoh bahan isolator antara lain : karet, porselin, udara, ebonit, parafin, minyak pelumas, dan sirlak.

Selain terdapat zat konduktor dan isolator terdapat juga zat yang bersifat di antara konduktor dan isolator yang disebut dengan zat semi konduktor. Contoh bahan semi-konduktor antara lain : germanium, selenium, dan silikon.

D. ENERGI DAN DAYA LISTRIK

1. Energi Listrik

Dengan ditemukannya listrik mengalir maka banyak sekali alat-alat listrik yang diciptakan oleh manusia dengan tujuan untuk membantu usaha manusia, sebab arus listrik merupakan suatu wahana memindahkan energi dari suatu tempat ke tempat lain yang paling mudah. Pemindahan energi listrik dilakukan oleh muatan-muatan yang bergerak karena adanya beda tegangan.

Energi listrik dengan mudah dapat diubah menjadi energi bentuk lain. Pada alat listrik yang berbeda dapat menghasilkan kerja yang berbeda pula walaupun kedua alat itu diberikan energi listrik yang sama. Dalam hal tersebut dikatakan kedua alat itu berbeda dalam hal kerjanya.

Untuk itu sebelum kita membahas konsep energi listrik dan daya listrik, terlebih dahulu kita bahas perubahan energi listrik menjadi energi bentuk lain.

a. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Lain

Di atas telah dijelaskan bahwa energi listrik mudah diubah menjadi energi bentuk lain, antara lain sebagai berikut.

- 1) Energi listrik dapat diubah menjadi energi kalor, misalnya di dalam setrika listrik, kompor listrik, solder listrik, dan oven listrik.
- 2) Energi listrik dapat diubah menjadi energi gerak, misalnya pada motor listrik, kipas angin, dan bor listrik.
- 3) Energi listrik dapat diubah menjadi energi cahaya, misalnya pada lampu listrik.
- 4) Energi listrik dapat diubah menjadi energi kimia, misalnya pada pengisian (nyetrom) aki dan pada proses penyempuhan.

b. Besar Energi Listrik (W)



Gambar 8.23

Energi listrik dihasilkan ketika sumber listrik melakukan usaha, yakni menggerakkan elektron-elektron sepanjang konduktor. Perhatikan rangkaian di atas, arus listrik I mengalir melalui penghantar yang berhambatan R karena adanya beda potensial sebesar V . Dengan demikian besar energi listrik yang hilang pada penghantar selama waktu t dapat dihitung dengan persamaan : $W = V \cdot I \cdot t$ atau

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

Satuan dalam SI.

V = dalam volt (V)

I = dalam ampere (A)

R = dalam ohm

t = dalam detik (sekon)

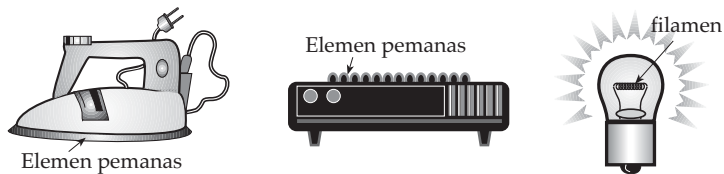
w = dalam joule

c. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Kalor

Alat-alat listrik tersebut berikut merupakan sebagian dari alat-alat listrik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor.

Komponen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor :

- 1) pada kompor listrik disebut elemen pemanas.
- 2) pada solder listrik disebut elemen pemanas
- 3) pada setrika listrik disebut elemen pemanas
- 4) pada lampu listrik disebut filamen.



Gambar 8.24

Filamen biasanya terbuat dari kawat wolfram. Besarnya energi kalor yang timbul pada suatu penghantar karena adanya energi listrik dapat dihitung dengan persamaan:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t \quad \text{Joule}$$

Satuan energi kalor sering juga digunakan kalori (kal).

Menurut tara kalor mekanik, 1 joule = 0,24 kalori, sehingga persamaan di atas dapat ditulis :

$$W = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \quad \text{Kalori}$$

Satuan energi kalor yang lebih besar adalah kilo kalori (kkal).

1 kkal = 1000 kal.

Contoh soal:

Arus listrik sebesar 2 coulomb mengalir melalui penghantar yang berhambatan 10 ohm.

- Berapakah energi listrik yang timbul pada penghantar tersebut selama 0,5 menit?
- Berapa kalori energi kalor yang timbul pada penghantar tersebut selama 20 menit?

Penyelesaian :

Diketahui : $I = 2 \text{ A}$

$R = 10 \text{ ohm}$

Ditanya:

- W untuk $t = 0,5 \text{ menit} = 30 \text{ sekon}$?
- W untuk $t = 20 \text{ menit} = 1200 \text{ sekon}$?

Jawab :

- $W = I^2 \cdot R \cdot t$
 $= 2^2 \cdot 10 \cdot 30$
 $W = 1200 \text{ joule}$
- $W = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$
 $= 0,24 \cdot 2^2 \cdot 10 \cdot 1200$
 $W = 11.520 \text{ kalori}$

UJI PEMAHAMAN

- Sebutkan urutan perubahan energi jika kita memutar kaset dengan tape recorder menggunakan sumber listrik baterai!
- Arus listrik sebesar $20 \mu\text{A}$ mengalir melalui penghantar yang berhambatan 5 KW selama 2 menit.
 - Berapa joule energi listrik yang timbul pada penghantar selama itu?
 - Jika 20% energi listrik yang timbul pada penghantar diubah menjadi panas, berapakah kalori panas yang timbul pada penghantar?
- Arus listrik sebesar 1 Ampere mengalir melalui penghantar yang berhambatan 30 W selama 0,5 menit dan menimbulkan energi listrik sebesar 36 joule. Berapakah besar I ?

2. Daya Listrik

Daya listrik adalah besar energi listrik setiap detik. Pada alat listrik, usaha (energi) yang dilakukan untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain.

Daya adalah usaha yang dilakukan per detik, sehingga daya suatu alat listrik ialah jumlah energi listrik yang diubah menjadi energi bentuk lain dalam waktu 1 detik.

Persamaan untuk daya listrik dapat ditulis :

$$P = \frac{W}{t}$$

Satuan dalam SI. t = dalam detik (sekon)

W = dalam joule

P = dalam joule/sekon

Catatan : joule/sekon disebut dengan Watt .

Sehingga di dapat :

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ joule/sekon}$$

Satuan lain dari daya listrik antara lain : kilo watt (kW), Mega watt (MW).

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ W}$$

Persamaan-persamaan lain untuk daya listrik adalah :

a. $P = V \cdot I$

b. $P = I^2 \cdot R$

c. $P = \frac{V^2}{R}$

Satuan-satuan untuk energi listrik.

Dari persamaan $P = \frac{W}{t}$ didapat $W = P \cdot t$

Sehingga satuan untuk energi listrik (W) dapat dinyatakan dengan joule, watt sekon, watt jam, kilo watt jam.

$$1 \text{ watt sekon (Ws)} = 1 \text{ joule}$$

$$1 \text{ watt jam (Wh)} = 3.600 \text{ joule}$$

$$1 \text{ kilo watt jam (kWh)} = 3.600.000 \text{ joule}$$

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ Wh.}$$

Contoh :

Sebuah alat listrik yang mempunyai daya sebesar 50 watt digunakan selama 10 sekon. Berapa energi yang dipergunakan selama itu?

Penyelesaian :

Diketahui : $P = 50 \text{ watt}$

$$t = 10 \text{ sekon}$$

Ditanya : $W = \dots?$

Jawab :

$$W = P \cdot t$$

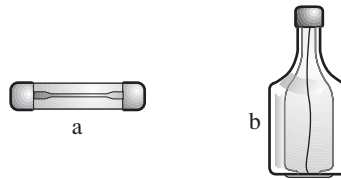
$$W = 50 \cdot 10 = 500 \text{ joule}$$

UJI PEMAHAMAN

1. Pada lampu listrik tertulis 20 W ; 200 V dipasang pada tegangan 100 V selama 5 menit. Hitunglah :
 - a. hambatan lampu,
 - b. energi yang digunakan lampu selama itu!
2. Sebuah rumah menggunakan 5 lampu masing-masing 40 watt, TV 60 watt, dan kulkas 150 watt. Setiap hari rata-rata digunakan selama 5 jam. Jika harga 1 kWh = Rp. 250. Berapakah biaya yang harus dibayar selama 30 hari?


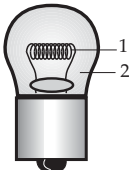
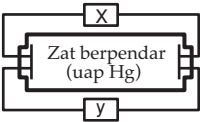
3. Sekering

Sekering adalah alat yang dapat mencegah terjadinya kebakaran akibat hubungan singkat (korstluiting). Bentuk sekering diperlihatkan pada gambar 8.25a dan 8.25b.



Gambar 8.25

Ukuran dari sekering bermacam-macam misalnya 0,25 A ; 0,5 A ; dan 2 A. Untuk mengamankan alat listrik dari bahaya hubungan singkat maka sekering harus dipasang seri dengan listrik tersebut.

No.	Alat-alat listrik	Diskusi
1.	 <p>Gambar 1</p>	<p>1) Gambar 1 di samping adalah bagian dalam dari setrika listrik yang disebut elemen pemanas. Pada saat setrika listrik digunakan maka pada elemen pemanas terjadi perubahan energi ... menjadi</p> <p>2) Ciri – ciri dari kawat untuk elemen pemanas adalah</p> <p>1)</p> <p>2)</p> <p>3)</p> <p>4)</p>
2.	 <p>Gambar 2</p>	<p>Gambar 2 di samping adalah lampu pijar, bagian no :</p> <p>1) disebut dan terbuat dari kawat</p> <p>2) adalah yaitu gas yang bertekanan rendah yang dapat menghalangi terbakarnya bagian 1.</p>
3.	 <p>Gambar 3</p>	<p>Gambar 3 adalah lampu TL (Turbulen Lamp) atau lampu tabung, bagian :</p> <p>x adalah</p> <p>y adalah</p> <p>yaitu alat untuk menaikkan tegangan.</p>

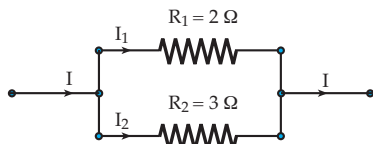
RANGKUMAN

1. Arus listrik adalah aliran muatan-muatan listrik.
2. Arah arus listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah.
3. Penyebab adanya arus listrik adalah beda potensial.
4. Kelompok sumber listrik ada 2 macam, yaitu sumber arus listrik DC dan sumber listrik AC.
5. $I = \frac{Q}{t}$
6. $R = \frac{\rho L}{A}$
7. $V = I \cdot R$
8. $I = \frac{E}{R + r} \rightarrow E = E_j + E_{pol}$
9. $V_j = I \cdot R$
10. $E_{pol} = I \cdot r$
11. Pada rangkaian hambatan seri: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$
12. Pada rangkaian paralel: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
13. Pada rangkaian elemen seri: $I = \frac{nE}{R + nr}$
14. Pada rangkaian elemen paralel: $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$
15. Energi listrik: $W = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{V^2 \cdot R}{t} = P \cdot t$
16. Energi kalor dari energi listrik: $W = 0,224 \text{ V.I.t kalori}$
17. Daya listrik: $P = \frac{W}{t} = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$

$$I = \frac{E_t}{R + r_p} \text{ atau } I = \frac{E_t}{R + r_s} \text{ atau } V = I \cdot R$$

I. Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

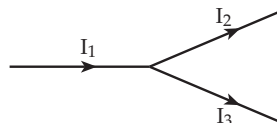
1. Bila pada sepotong kawat penghantar AB, potensial A lebih tinggi daripada potensial B, maka
 - a. elektron-elektron dalam penghantar mengalir dari A ke B
 - b. muatan-muatan positif mengalir dari B ke A
 - c. arus listrik mengalir dari A ke B
 - d. arus listrik mengalir dari B ke A
2. Aki bekerja dengan cara
 - a. mengubah energi kimia menjadi energi listrik.
 - b. mengubah energi gerak menjadi energi listrik
 - c. mengubah energi kimia menjadi energi kalor
 - d. mengubah energi kalor menjadi energi kimia
3. Jika muatan 1 coulomb bergerak antara dua buah titik memperoleh energi 1 joule maka beda potensial antara kedua titik itu sebesar
 - a. 1 statvolt
 - b. 1 volt
 - c. 1 millivolt
 - d. 1 mikrovolt
4. Dari gambar arus listrik dalam percabangan berikut diperoleh



- a. $I = I_1 = I_2$
 - b. $I = I_1 - I_2$
 - c. $I = I_2 - I_1$
 - d. $I = I_1 + I_2$
5. Jika beberapa penghambat dihubungkan seri, maka kuat arus yang mengalir melalui masing-masing penghambat
 - a. berbanding lurus dengan besar hambatannya

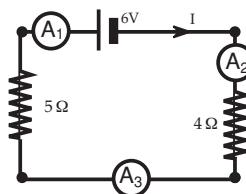
- b. berbanding terbalik dengan besar hambatannya
- c. berbanding lurus dengan jumlah hambatannya
- d. sama besarnya

6.



Pada gambar besar I adalah

- a. 4 A
 - b. 8 A
 - c. 12 A
 - d. 16 A
7. Rangkaian A_1 , A_2 dan A_3 pada gambar adalah amperemeter hambatan yang boleh diabaikan.



Pernyataan yang benar adalah

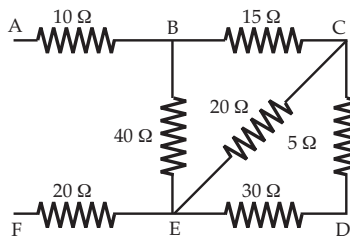
- a. A_1 menunjuk angka yang lebih kecil dari A_2 .
 - b. A_2 menunjuk angka yang lebih besar dari A_3 .
 - c. A_1 dan A_2 menunjuk angka yang sama
 - d. A_1 menunjuk angka yang lebih besar daripada A_2 dan A_3 .
8. Selama menggunakan baterai di dalam baterai terjadi perubahan energi
 - a. listrik menjadi energi kalor
 - b. listrik menjadi energi kimia
 - c. kimia menjadi energi listrik
 - d. kimia menjadi energi kalor

9. Pada saat ujung–ujung sebuah penghantar diberi beda potensial V , ternyata energi listrik yang timbul pada penghantar tersebut sebesar 50 joule. Jika beda potensialnya dibuat menjadi 2V, energi listrik yang timbul pada penghantar tersebut pada waktu yang sama menjadi
 - a. 50 joule
 - b. 100 joule
 - c. 12,5 joule
 - d. 200 joule
10. Pada sebuah lampu tertulis 100 W, 220 V dihubungkan dengan sumber listrik 110 V. Daya listrik yang timbul pada lampu tersebut adalah
 - a. 25 W
 - b. 100 W
 - c. 400 W
 - d. 50 W
11. Dua buah hambatan yang besarnya $3\ \Omega$ dan $9\ \Omega$ dirangkai seri dan ujung-ujung rangkaian dihubungkan dengan sumber listrik, maka perbandingan daya listrik yang timbul pada hambatan $3\ \Omega$ dan $9\ \Omega$ adalah
 - a. 3 : 1
 - b. 1 : 2
 - c. 3 : 4
 - d. 1 : 3
12. Lampu listrik pertama kali ditemukan oleh
 - a. J.J. Thomson
 - b. George Ohm
 - c. Newton
 - d. Thomas Alfa Edison
13. Pada solder listrik yang tertulis 60 W, 220 V digunakan selama 20 menit. Jika harga 1 kWh = Rp 200,00, maka biaya yang harus dibayar selama itu adalah
 - a. Rp. 4,00
 - b. Rp. 240,00
 - c. Rp. 120,00
 - d. Rp. 4.000,00
14. Pada sebuah alat listrik tertulis 220 W, 100 V. Untuk menjaga agar alat tersebut tidak rusak, diperlukan sekering yang berukuran maksimum
 - a. 2 A
 - b. 0,5 A
 - c. 0,25 A
 - d. 2,5 A
15. Sebuah alat listrik dalam waktu 0,5 jam memerlukan energi sebesar 1 kWh, maka daya alat listrik tersebut sebesar
 - a. 2 KW
 - b. 1 KW
 - c. 0,5 KW
 - d. 0,25 KW

II. Kerjakan soal-soal di bawah ini!

1. Titik A dan B berada pada kawat penghantar yang dialiri arus listrik 500 mA. Beda potensial antara titik A dan B = 2 volt. Berapa energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik di antara titik A dan B selama 20 sekon?
2. Titik P dan titik Q mempunyai beda potensial listrik tertentu. Pada saat titik P dan Q dihubungkan dengan hambatan $10\ \Omega$ arus yang mengalir 20 mA. Berapa arus yang mengalir jika titik P dan Q dihubungkan dengan hambatan $15\ \Omega$.
3. Sepotong kawat penghantar berbentuk silinder mempunyai jari-jari 2 mm dengan panjang 200 meter. Jika hambatan jenis kawat = $8 \cdot 10^{-6}\ \Omega\ \text{m}$, berapa besar hambatan kawat tersebut?

4.



Dari rangkaian di samping jika $V_{AF} = 5$ volt, tentukan :

- kuat arus listrik yang melalui hambatan $10\ \Omega$!
- beda potensial antara titik B dan D!

- Kompur listrik $250\ \text{W}$, $200\ \text{V}$ digunakan untuk memasak 1 liter air. Agar suhu air berubah dari $20\ ^\circ\text{C}$ menjadi $100\ ^\circ\text{C}$ berapa waktu yang diperlukan jika $\rho = 1\ \text{gr}/\text{cm}^3$ dan $C_a = 1\ \text{kal}/\text{gr}\ ^\circ\text{C}$.

BAB 9

KEMAGNETAN

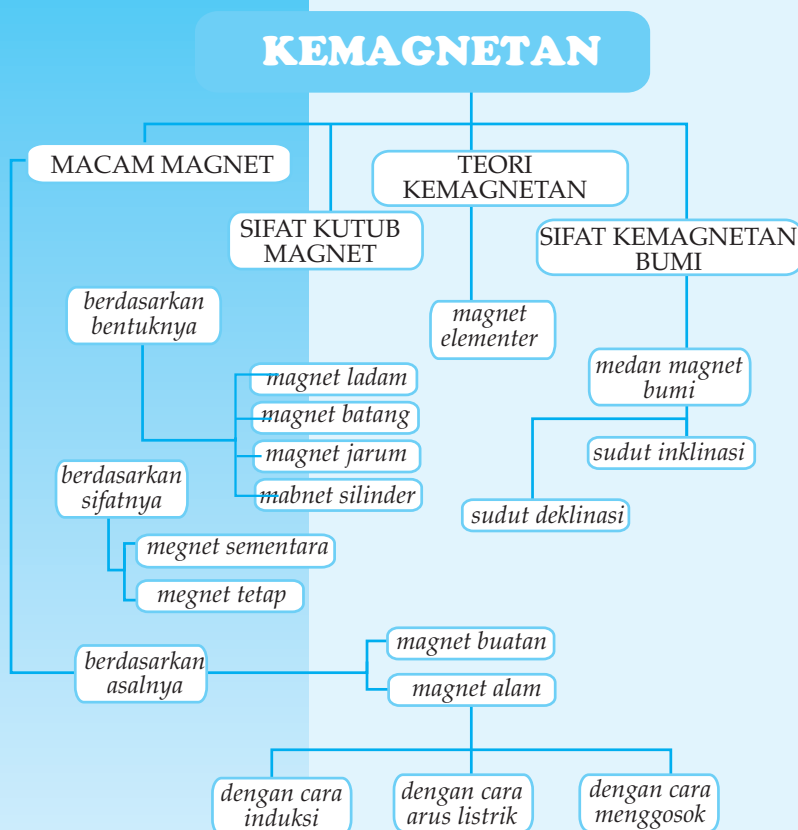
Standar Kompetensi:

Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi Dasar:

Menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet.

Mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi.



Kata "*Magnet*" diduga berasal dari kata "*magnesia*" yaitu nama suatu daerah di Asia kecil, dimana magnet pertama kali diduga ditemukan orang. Di daerah Magnesia tersebut mula-mula ditemukan batuan yang dapat menarik besi dan baja, yang selanjutnya jenis batuan tersebut disebut dengan magnet

Mungkin banyak di antara kalian yang telah bermain-main dengan benda magnet tersebut. Bahkan sekarang banyak alat-alat yang juga bersifat sebagai magnet, seperti obeng, gunting, dan pisau belati.

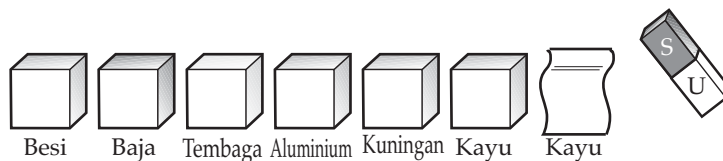
A. GEJALA KEMAGNETAN

Di atas telah dijelaskan bahwa magnet dapat menarik besi dan baja. Bagaimanakah dengan benda-benda selain besi dan baja? Apakah juga ditarik oleh magnet? Untuk mengetahui hal tersebut lakukanlah kegiatan berikut!

Kegiatan 9.1 Gejala Kemagnetan

Tujuan : Mendefinisikan Pengertian Magnet

Alat dan bahan : 1) Magnet batang
2) Bahan-bahan : besi, baja, tembaga, aluminium, kuningan, kayu, dan kertas.



Langkah kerja :

1. Dekatkan magnet batang pada masing-masing bahan tersebut di atas satu per satu!
2. Tuliskan gejala yang terjadi pada tabel di bawah ini!
(Tulis gejala yang terjadi dengan ditarik atau tidak ditarik)

No.	Magnet batang dengan	Gejala yang terjadi
1.	Besi	.....
2.	Baja	.....
3.	Tembaga	.....
4.	Aluminium	.....
5.	Kuningan	.....
6.	Kayu	.....
7.	Kertas	.....

Diskusi :

1. Dapatkah magnet menarik semua jenis benda?
2. Benda-benda di atas yang dapat ditarik oleh magnet adalah
3. Apakah yang dimaksud dengan magnet?

Catatan : Selain besi dan baja yang dapat ditarik oleh magnet adalah nikel dan cobalt.

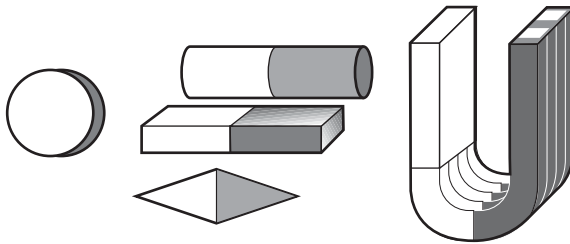
1. Macam-macam Magnet

Untuk membahas macam-macam magnet kita dapat meninjaunya dari beberapa segi, antara lain sebagai berikut.

a. Macam magnet menurut bentuknya

Menurut bentuknya, magnet dapat dibedakan menjadi :

- 1) magnet batang,
- 2) magnet jarum,
- 3) magnet ladam atau magnet tapal kuda atau magnet U, serta
- 4) magnet silinder.



Gambar 9.1 Berbagai bentuk magnet

b. Macam magnet menurut asalnya

Menurut asalnya magnet dapat dibedakan menjadi magnet alam dan magnet buatan.

- 1) Magnet alam yaitu magnet yang tersedia di alam
- 2) Magnet buatan yaitu magnet yang dibuat oleh manusia.

c. Macam magnet menurut sifatnya

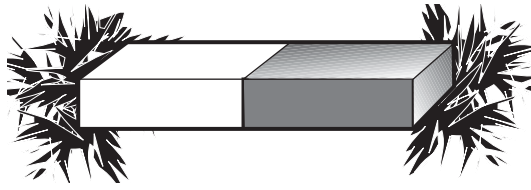
Menurut sifatnya magnet dapat dibedakan menjadi :

- 1) Magnet tetap (permanen)
- 2) Magnet sementara (remanen)

2. Kutub-kutub Magnet

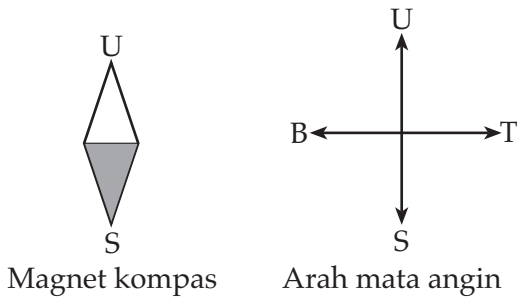
Bila kita menaburkan serbuk besi pada sebuah magnet batang, ternyata serbuk besi itu terkumpul pada bagian ujung-ujung magnet. Berarti bagian ujung magnet

tersebut mempunyai gaya tarik terbesar. Bagian magnet yang mempunyai gaya tarik terbesar disebut *kutub magnet*.



Gambar 9.2 Serbuk besi ditarik oleh kutub-kutub magnet

Jika kita menggantungkan sebuah magnet batang dengan seutas tali pada keadaan setimbang sehingga dapat bergerak bebas, ternyata pada saat magnet dalam keadaan setimbang selalu menghadap ke arah sekitar arah utara dan selatan.



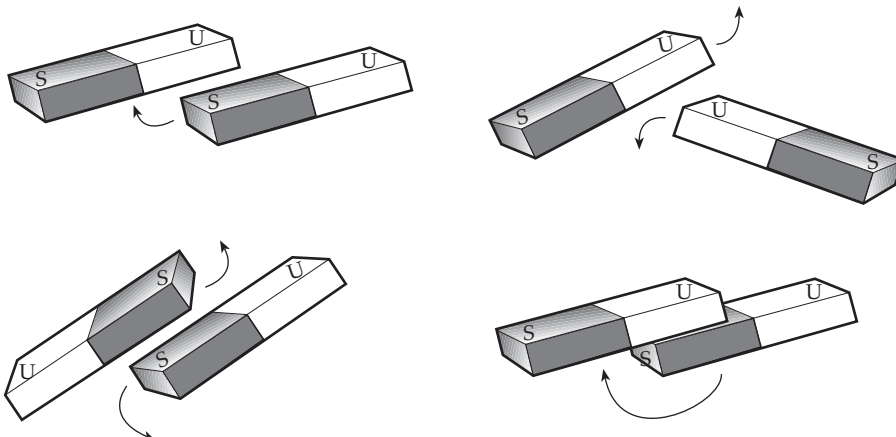
Kutub magnet yang selalu menghadap ke arah utara disebut kutub utara magnet, sedangkan kutub yang selalu menghadap ke arah selatan disebut kutub selatan magnet.

Gambar 9.3
Kutub utara magnet selalu mengarah ke kutub utara bumi
Kutub selatan magnet selalu mengarah ke kutub selatan bumi

a. Gaya antara kutub-kutub magnet

Jika kita mendekatkan kutub utara magnet dengan kutub utara magnet lain, kedua kutub tersebut tolak-menolak, demikian juga kita mendekatkan kutub selatan magnet dengan kutub selatan magnet yang lain juga tolak-menolak.

Tetapi jika kita mendekatkan kutub utara magnet dengan kutub selatan magnet yang lain terjadi tarik-menarik.



Gambar 9.4
Kutub-kutub sejenis tolak-menolak
Kutub-kutub tak sejenis tarik-menarik

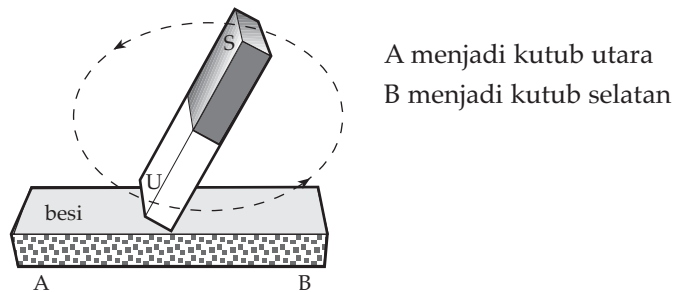
Dengan demikian kita dapat menarik kesimpulan mengenai sifat kutub-kutub magnet sebagai berikut : "Kutub-kutub magnet yang senama (sejenis) tolak-menolak dan kutub-kutub magnet yang tidak senama (tidak sejenis) tarik-menarik."

b. Membuat magnet

Pada saat kita membicarakan macam-macam magnet, kita ketahui adanya magnet buatan yaitu magnet yang dibuat oleh manusia. Ada 3 cara untuk membuat magnet sebagai berikut.

1) Dengan cara menggosok

Sebatang besi dapat dijadikan magnet dengan cara menggosok besi tersebut dengan sebuah magnet permanen. Cara menggosoknya harus dengan salah satu kutub magnet permanen secara berulang-ulang dengan satu arah tertentu. Bagian ujung besi tempat berakhirnya arah penggosokkan menjadi kutub magnet yang tidak sejenis dengan kutub magnet permanen yang digunakan untuk menggosok.

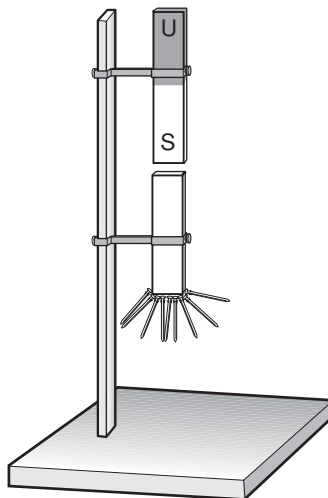


Gambar 9.5 Arah menggosok dengan magnet

2) Dengan cara induksi

Sebatang besi juga dapat dibuat menjadi magnet dengan cara mendekatkan besi tersebut dengan salah satu ujung magnet permanen.

Kutub-kutub magnet induksi dan kutub magnet permanen yang berdekatan tidak sejenis.



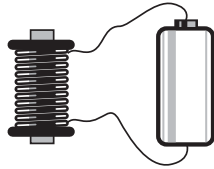
Gambar 9.6 Induksi magnet

3) Dengan cara arus listrik

Sebatang besi dapat dibuat menjadi magnet dengan cara dimasukkan ke dalam kumparan yang terdiri atas beberapa lilitan kawat penghantar (solenoida) yang dialiri arus listrik searah.

Cara tersebut lebih baik dari cara menggosok dan induksi sebab dengan cara arus listrik ini dapat dibuat magnet yang kuat yaitu dengan cara memperbanyak jumlah lilitan kawat penghantar.

Contoh :



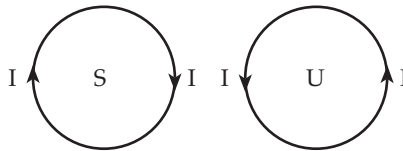
Gambar 9.7

Membuat magnet dengan menggunakan Listrik

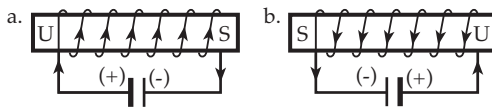
Rangkaian seperti di atas disebut juga dengan elektromagnet

Untuk menentukan kutub-kutub magnet dari sebatang besi yang telah bersifat magnet dengan cara melihat arah melingkar arus listrik dari ujung depan kumparan. Jika arah arus melingkar searah putaran jarum jam berarti kutub itu merupakan kutub selatan.

Jika arah arus melingkar berlawanan arah putaran jarum jam berarti kutub itu merupakan kutub utara.



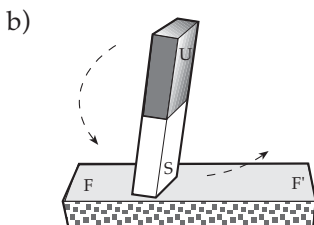
Contoh:

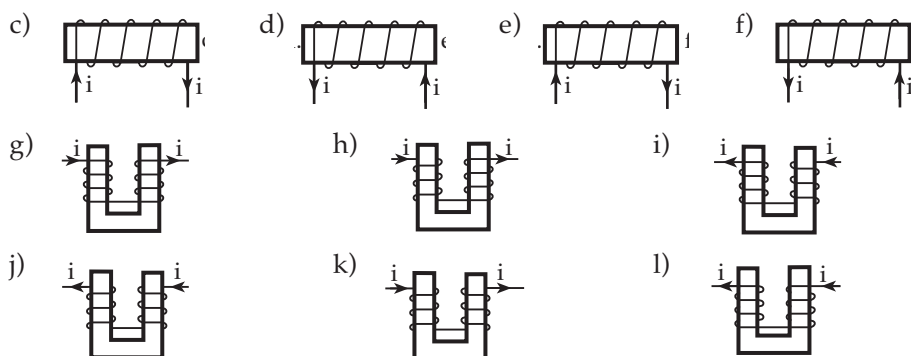


Gambar 9.8

UJI PEMAHAMAN

1. Tentukan jenis kutub-kutub magnet dari bahan besi yang didekati magnet, digosok dengan magnet, atau dialiri listrik dari gambar berikut!





2. Tiga buah benda P, Q, dan R mempunyai bentuk dan ukuran sama. Benda P dan Q mempunyai sifat tarik-menarik dan tolak-menolak dan benda R ditarik P dan dapat ditarik Q. Dari ketiga benda tersebut tentukan mana benda magnet dan benda besi? Berilah penjelasan!

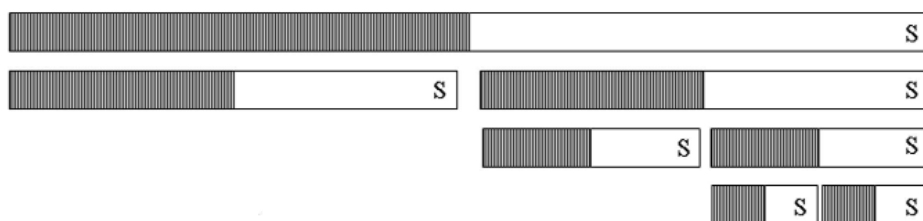
3. Zat Magnetik dan Zat Non Magnetik

Dari beberapa sifat magnet ternyata ada benda yang dapat ditarik oleh magnet, ada benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet. Benda-benda yang ditarik dengan kuat oleh magnet disebut zat magnetik, misalnya besi, nikel, kobalt, dan baja. Benda-benda yang ditarik dengan lemah oleh magnet atau mengalami tolakan lemah disebut zat non magnetik. Misalnya : kayu, aluminium, platina, seng, bismuth, dan emas.

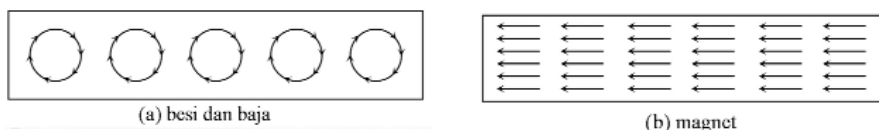
4. Teori Tentang Kemagnetan

Jika kita potong-potong sebuah magnet ternyata bagian potongan-potongan magnet tersebut juga bersifat sebagai magnet. Jika potongan tadi kita potong-potong lagi sampai sekecil-kecilnya ternyata bagian terkecil itupun juga merupakan sebuah magnet. Untuk itu dapat disusun teori kemagnetan sebagai berikut.

"Sebuah magnet tersusun atas magnet-magnet kecil yang disebut magnet elementer. Pada bahan yang bersifat magnet maka magnet-magnet elementernya mengarah ke satu arah tertentu, sedangkan pada bahan yang tidak bersifat sebagai magnet, magnet-magnet elementernya saling menutup."



Gambar 9.9 Magnet bila dipotong-potong



Gambar 9.10

- (a) Susunan magnet elementer dalam besi atau baja yang bukan magnet
(b) Susunan magnet elementer dalam sebuah magnet

Sifat kemagnetan besi dan baja

Untuk bahan besi, magnet-magnet elementernya mudah diatur, tetapi jika telah menjadi magnet, magnet-magnet elementernya mudah kembali ke posisi semula. Dengan demikian sifat kemagnetan besi adalah sementara (remanen), dan sifat ini cocok untuk membuat magnet yang bersifat sementara misalnya untuk membuat elektromagnet.

Untuk bahan baja, magnet-magnet elementernya sulit diatur, tetapi jika telah menjadi magnet, magnet-magnet elementernya sulit pula kembali ke posisi semula, sehingga sifat kemagnetan baja adalah tetap (permanen). Sifat ini cocok untuk membuat magnet yang bersifat permanen, misalnya untuk magnet generator atau motor listrik.

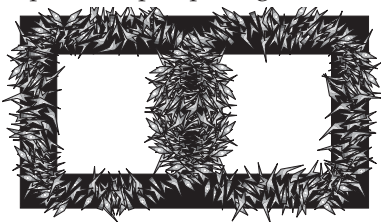
Sifat kemagnetan sebuah magnet dapat dihilangkan dengan cara memanaskan magnet sampai pijar atau memukul-mukul magnet tersebut, sebab jika magnet dipanaskan atau dipukul-pukul maka magnet elementernya tidak mengarah ke satu arah tertentu lagi.

5. Medan Magnet

Pada saat kita mendekatkan sebuah magnet kepada benda-benda magnetik pada jarak tertentu benda magnetik tersebut dapat ditariknya walaupun mungkin magnet tidak menyentuh benda magnetik tersebut.

Untuk itu sebuah magnet mempunyai daerah atau ruang gaya tarik. Daerah atau ruang di mana masih ada pengaruh magnet disebut dengan *medan magnet*.

Medan magnet tidak dapat kita dilihat, namun dengan bantuan serbuk besi kita dapat melihat gambaran dari medan magnet tersebut dengan cara sebagai berikut : letakkan magnet batang di bawah selembar kertas, kemudian di atas kertas taburkan serbuk besi secara merata dan ketuklah kertas perlahan-lahan maka akan terlihat pola seperti tampak pada gambar berikut!



Gambar 9.11

Pola serbuk besi di sekitar magnet batang

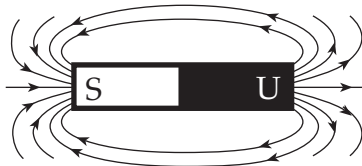
Garis-garis lengkung yang ditunjukkan oleh pola serbuk besi tersebut menggambarkan adanya medan magnet di sekitar magnet batang tersebut.

Medan magnet dapat digambarkan dengan garis gaya magnet, yang mempunyai sifat sebagai berikut.

- Suatu garis lengkung yang arahnya dari kutub utara ke selatan magnet.
- Garis-garis medan magnet menunjukkan arah di mana sebuah kutub utara magnet yang bebas akan bergerak.
- Makin rapat garis gaya magnet berkumpul, makin kuat medan magnetnya.

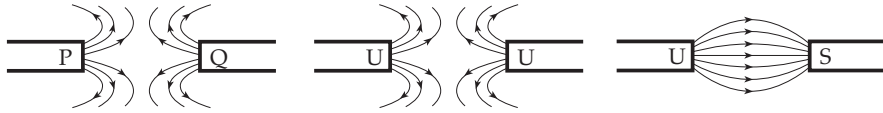
Contoh :

- Medan magnet di sekitar magnet batang.



Gambar 9.12 Garis-garis dalam medan magnet

- b. Medan magnet di antara dua kutub magnet.



Gambar 9.13

UJI PEMAHAMAN

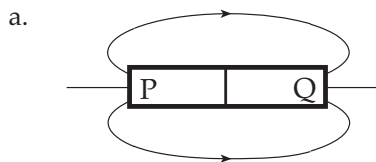
1. Dengan memperhatikan arah anak panah sebagai sifat kemagnetan, tentukan jenis benda X!

a. X = benda

b. X = benda

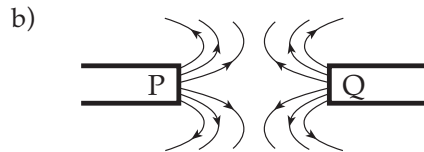
c. X = benda

2. Dengan memperhatikan arah garis gaya magnet di sekitar magnet di bawah ini maka tentukan jenis kutub P dan Q!



P = kutub

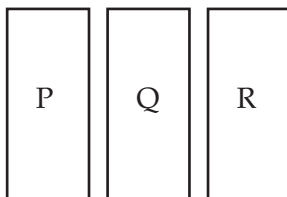
Q = kutub



P = kutub

Q = kutub

3. Perhatikan gambar berikut! Benda P, Q, dan R mempunyai bentuk dan ukuran yang sama.



Benda P dan Q mempunyai sifat tarik-menarik dan tolak-menolak. Benda P dan R mempunyai sifat tarik-menarik. Benda Q dan R mempunyai sifat tarik-menarik. Maka di antara benda P, R dan R :

- a) Yang merupakan magnet adalah
b) Yang merupakan besi adalah

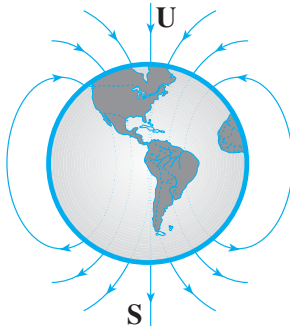
B. KEMAGNETAN BUMI

Jika kita perhatikan posisi magnet jarum kompas, dalam keadaan bebas selalu menghadap sekitar arah utara-selatan. Walaupun magnet jarum kompas tersebut diputar, setelah dalam keadaan diam jarum kompas tetap menghadap sekitar arah utara dan selatan.

Hal tersebut berarti terdapat medan magnet di sekitar bumi. Dari mana datangnya medan magnet itu? Mengapa kutub utara magnet jarum kompas selalu menghadap sekitar arah utara? Hal tersebut dapat kita jelaskan bahwa di dekat Kutub Utara bumi terdapat Kutub Selatan magnet bumi dan di sekitar kutub selatan bumi terdapat Kutub Utara magnet bumi.

Dengan demikian maka bumi dapat dianggap sebagai magnet yang sangat besar atau sebagai magnet raksasa.

1. Medan Magnet Bumi

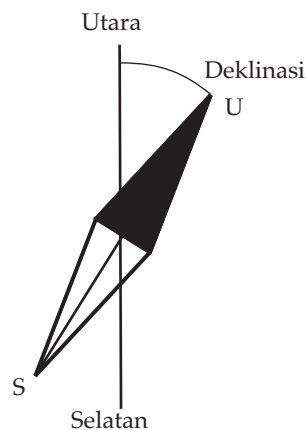


Gambar 9.14 Bumi sebagai magnet

Bumi bersifat sebagai magnet, di mana kutub-kutub magnet bumi tidak berimpit dengan kutub-kutub bumi.

Di sekitar Kutub Utara bumi terdapat Kutub Selatan magnet bumi. Di sekitar Kutub Selatan bumi terdapat Kutub Utara magnet. Karena kutub-kutub magnet tidak berimpit dengan kutub-kutub bumi berakibat garis-garis gaya magnet bumi tidak berimpit arahnya dengan arah utara selatan. Medan magnet bumi dapat digambarkan sebagai berikut.

2. Sudut Deklinasi dan Sudut Inklinasi



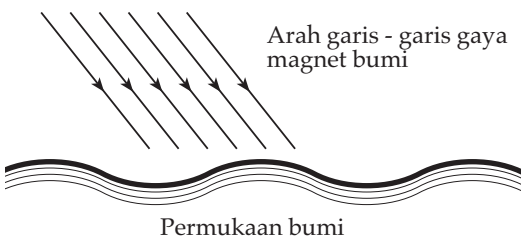
Gambar 9.15 Sudut Deklinasi bumi.

Pada pembahasan sebelumnya dijelaskan bahwa arah garis gaya magnet bumi tidak berimpit arahnya dengan arah utara selatan, penyimpangan arah utara selatan yang sebenarnya disebut *deklinasi*.

Dasar deklinasi ini dinyatakan dengan sudut antara arah utara sebenarnya dengan arah utara yang ditunjukkan magnet.

Besar sudut deklinasi ini berbeda-beda menurut tempatnya di permukaan bumi dan juga berubah dari tahun ke tahun.

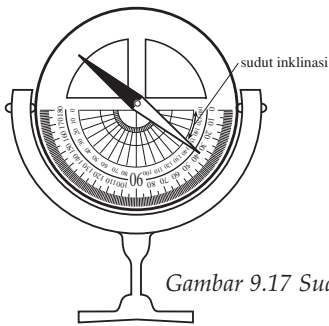
Arah garis-garis gaya magnet bumi ternyata tidak sejajar dengan permukaan bumi. Di bawah ini gambaran arah garis-garis gaya magnet bumi terhadap permukaan



Gambar 9.16

Dengan keadaan garis-garis gaya magnet bumi terhadap permukaan bumi seperti digambarkan di samping, berakibat sebuah magnet jarum yang dapat berputar pada sumbu yang mendatar, biasanya tidak mengambil kedudukan mendatar, tetapi miring seperti gambar 9.17.

Sudut yang dibentuk oleh magnet itu dengan garis mendatar disebut *inklinasi*.



Gambar 9.17 Sudut Inklinasi

Besar sudut inklinasi di berbagai tempat di bumi tidak sama. Yang terbesar adalah 90° dan banyak terdapat di belahan bumi utara dan belahan bumi selatan. Sudut inklinasi nol disebut juga dengan khatulistiwa magnet bumi. Besarnya sudut inklinasi di suatu tempat dapat diukur dengan alat yang disebut lingkaran inklinasi.

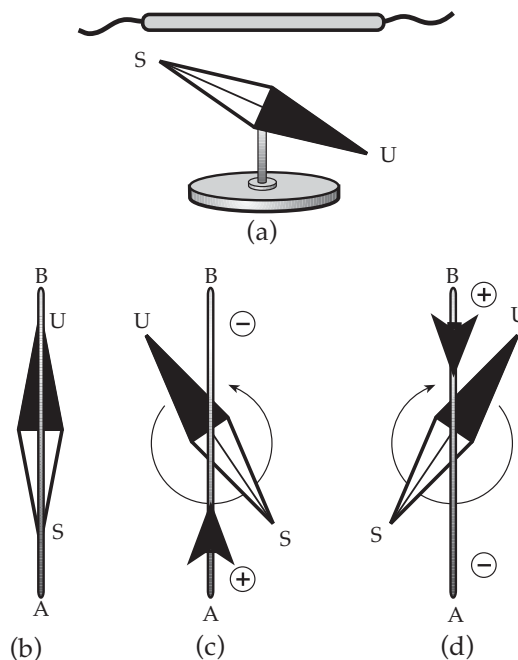
UJI PEMAHAMAN

1. Mengapa penggambaran medan magnet bumi tidak sejajar dengan permukaan bumi?
2. Mengapa posisi magnet jarum kompas dalam keadaan seimbang tidak menghadap ke arah utara, selatan yang sebenarnya?
3. Mengapa posisi magnet jarum kompas dalam keadaan seimbang tidak sejajar dengan bidang datar, tetapi membentuk sudut dengan bidang datar?

C. MEDAN MAGNET DI SEKITAR ARUS LISTRIK

Medan magnet tidak hanya ditimbulkan oleh sebuah magnet, tetapi juga dapat ditimbulkan oleh arus listrik. Hubungan antara kemagnetan dan kelistrikan ini pertama kali ditemukan oleh **Hans Christian Oersted** (1711-1851), seorang ahli Fisika dari Denmark.

Percobaan Oersted adalah sebagai berikut.



Gambar 9.18 Percobaan Oersted

Pada saat kawat penghantar belum dialiri arus listrik, ternyata magnet jarum tidak menyimpang dari kedudukan semula. Ini berarti di sekitar kawat yang tidak berarus listrik tidak timbul suatu gaya (gambar 9.18b).

Setelah kawat penghantar dialiri arus listrik ternyata magnet jarum menyimpang dari kedudukan semula (gambar 9.18c dan gambar 9.18d).

Penyimpangan magnet jarum dari kedudukan semula tentulah disebabkan oleh adanya gaya yang bekerja pada kutub-kutub magnet tersebut. Karena magnet selalu memiliki dua kutub, dapat diperkirakan bahwa pada tiap-tiap kutub bekerja gaya yang arahnya berlawanan.

Karena gaya ini hanya bekerja pada kutub-kutub magnet, tentulah gaya ini gaya magnetik, bukan gaya gravitasi ataupun gaya listrik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa di sekitar arus listrik terdapat medan magnet.

Untuk lebih memahami apa yang telah dilakukan oleh Oersted, lakukan kegiatan di bawah ini!



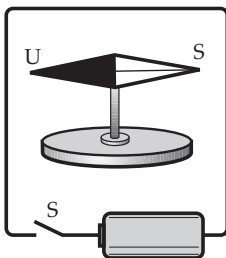
Kegiatan 9.2 Medan magnet di sekitar arus listrik

Tujuan : Memahami adanya medan magnet di sekitar arus listrik

Alat dan Bahan :

1. Magnet jarum (kompas)	- 1 buah
2. Baterai	- 1 buah
3. Saklar	- 1 buah
4. Kabel	- secukupnya

Langkah Kerja :



- 1) Rangkailah alat-alat seperti gambar di samping dengan saklar S terbuka!
Terpengaruhkah posisi magnet jarum?
- 2) Tutuplah saklar S dan bagaimanakah keadaan magnet jarum?
- 3) Baliklah posisi baterai dari keadaan sekarang.
Bagaimana posisi magnet jarum?
- 4) Ulangi kegiatan no. 3, tetapi letakkan kawat penghantar di bawah magnet jarum.
Bagaimana posisi magnet jarum?

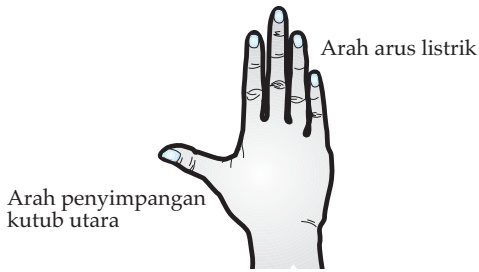
Kesimpulan :

Tulis kesimpulan yang anda dapatkan dari percobaan tersebut di atas!

- a.
- b.

Catatan :

- Arah penyimpangan Kutub Utara magnet jarum dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan.

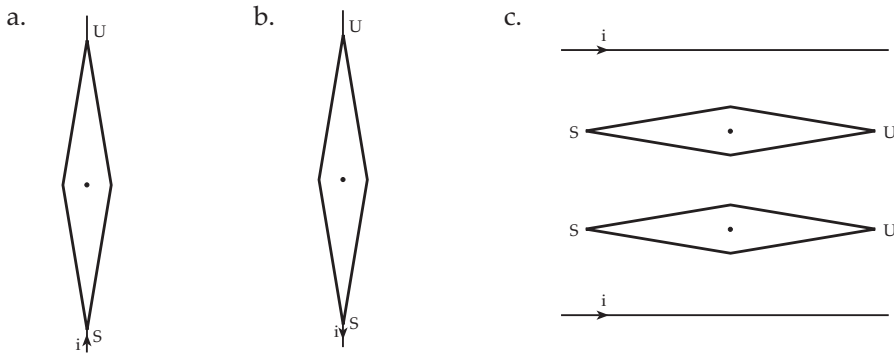


Keterangan :

Arahkan telapak bagian dalam tangan kanan dari kawat ke magnet.

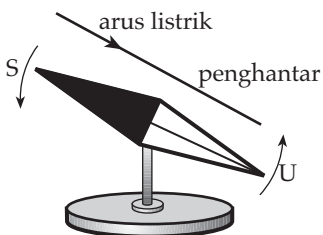
UJI PEMAHAMAN

Tentukan arah penyimpangan kutub utara magnet di sekitar kawat berarus listrik berikut!



1. Kuat Medan Magnet Di Sekitar Arus Listrik

Mungkin kamu bertanya, bergantung pada apakah besar gaya magnetik terhadap kutub magnet? Untuk menjawab pertanyaan itu, ikutilah pembahasan berikut!



Gambar 11.19

Pengaruh arus pada magnet

Gambar tersebut menunjukkan sebuah kawat lurus yang diletakkan sejajar di atas magnet jarum yang dapat bergerak bebas pada sumbu vertikal.

Pada saat kawat dialiri arus listrik, ternyata magnet jarum menyimpang dari kedudukan semula. Ternyata jika kuat arus listriknya diperbesar terus, besar sudut penyimpangan magnet, jarum semakin besar. Jika kuat arus listrik yang mengalir diperkecil ternyata besar sudut penyimpangan magnet jarum juga semakin kecil.

Kemudian dengan kuat arus listrik yang mengalir melalui penghantar dibuat tetap, ternyata jika jarak kawat dengan magnet jarum diperkecil besar sudut penyimpangan magnet jarum bertambah besar. Dan jika jarak kawat dengan magnet jarum diperbesar ternyata sudut penyimpangan magnet jarum semakin kecil.

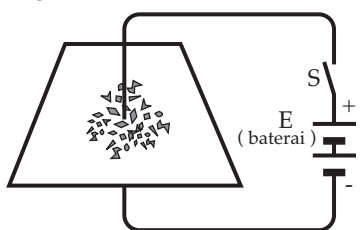
Perlu kalian ketahui, jika sudut penyimpangan magnet jarum dari kedudukan semula kecil berarti medan magnet yang ditimbulkan kawat berarus listrik juga kecil. Jika sudut penyimpangan magnet jarum dari kedudukan semula besar, berarti kuat medan magnet yang ditimbulkan oleh kawat berarus listrik juga besar. Dengan

demikian dari hasil percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa kuat medan magnet yang ditimbulkan oleh kawat berarus listrik bergantung pada kuat arus dan jaraknya terhadap kawat. Pembahasan lebih rinci tentang kuat medan magnet di sekitar kawat berarus listrik akan dibahas di tingkat SMA.

2. Arah Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik

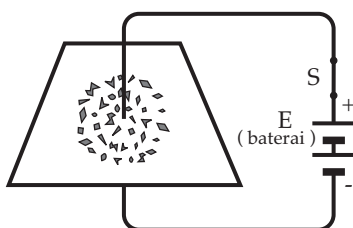
Jika kita simak kembali hasil percobaan Oersted di atas ternyata bahwa arah penyimpangan magnet jarum kompas tergantung pada arah arus.

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai hubungan arah arus dalam kawat lurus dengan medan magnet yang ditimbulkannya, kita dapat melakukan percobaan sebagai berikut.



Gambar 9.20

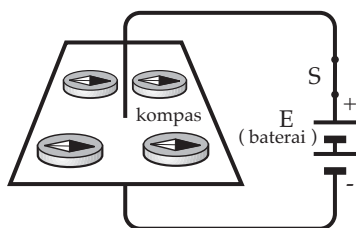
Gambar 9.20 di samping menggambarkan sebuah kawat lurus ditembuskan melalui kertas karton secara tegak lurus. Pada kertas karton ditaburkan serbuk besi kemudian ujung-ujung kawat dihubungkan dengan baterai yang dilengkapi dengan saklar S. Setelah saklar S ditutup dan karton diketuk-ketuk secara perlahan-lahan, ternyata pola yang dihasilkan seperti gambar 9.21 di bawah ini.



Gambar 9.21

Pola tersebut menunjukkan garis-garis gaya yang berbentuk lingkaran-lingkaran dengan titik pusatnya berimpit pada titik tembus kawat dengan karton.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang arah medan magnet di sekitar kawat lurus berarus listrik, maka kita dapat menggantikan serbuk besi tersebut dengan kompas perajah (*plotting compass*), seperti gambar 9.22 berikut.



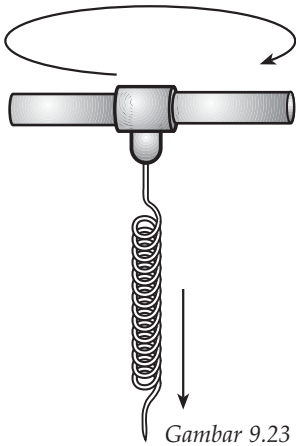
Gambar 9.22

Beberapa kompas perajah diletakkan di dekat dan di sekeliling penghantar seperti pada gambar. Arah Kutub Utara kompas-kompas perajah itu menyatakan arah garis gaya magnet di sekitar kawat lurus berarus listrik.

Untuk menentukan arah medan magnet di sekitar kawat lurus berarus listrik dapat digunakan beberapa aturan. Aturan-aturan tersebut adalah sebagai berikut.

a. Aturan penarik sumbat botol

Jika kita sedang memutar tarikan sumbat botol dengan arah perputaran ke kanan, maka tarikan sumbat botol akan bergerak maju. Sebaliknya jika arah perputaran tarikan sumbat botol ke kiri maka tarikan sumbat botol akan bergerak mundur.



Gambar 9.23

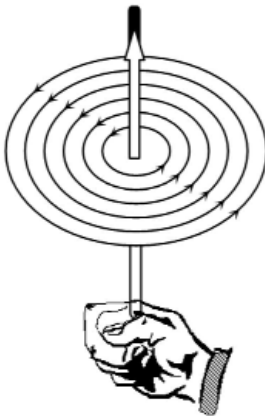
Hal ini digambarkan seperti gambar 9.23.

Dalam aturan ini didapat arah putaran sumbat botol menunjukkan arah medan magnet sedangkan arah (maju dan mundur) nya tarikan sumbat botol menunjukkan arah arus listrik.

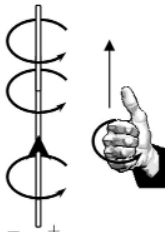
b. Aturan genggam tangan kanan

Jika kawat penghantar kita genggam dengan tangan kanan seperti gambar berikut, maka arah ibu jari menunjukkan arah arus listrik dan genggamannya menunjukkan arah medan magnet.

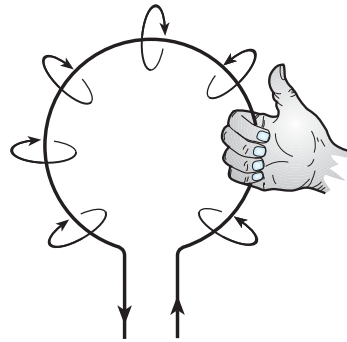
Prinsip aturan di samping juga berlaku untuk kawat melingkar berarus listrik. Di bawah ini ditunjukkan beberapa contoh arah medan magnet di sekitar kawat lurus berarus listrik dan di sekitar kawat melingkar berarus listrik.



Gambar 9.24



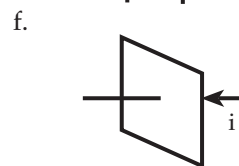
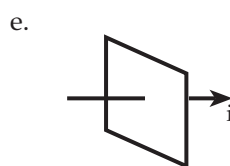
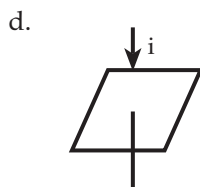
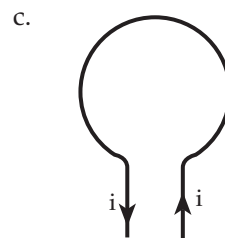
Menentukan arah garis gaya dengan kaidah tangan kanan. Menentukan arah garis gaya pada penghantar berbentuk lingkaran.



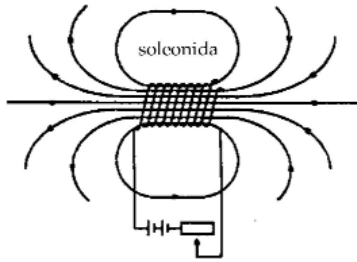
Gambar 9.25

UJI PEMAHAMAN

Gambarlah garis gaya magnet di sekitar kawat berarus listrik di bawah ini!



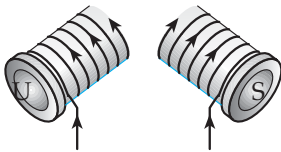
3. Sifat Kemagnetan Kumparan Berarus Listrik



Gambar 9.26
Arah garis gaya magnet
di sekitar solenoida

Kumparan adalah gulungan kawat penghantar yang biasanya disebut juga dengan solenoida.

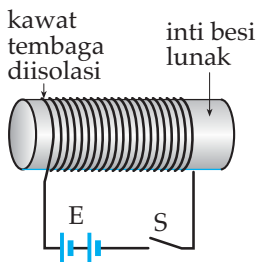
Jika pada kumparan itu dialiri arus listrik maka di sekitar kumparan timbul medan magnet dan kumparan yang berarus listrik bersifat sebagai magnet.



Gambar 9.27 menentukan
kutub-kutub solenoida

Untuk menentukan kutub-kutub magnet kumparan berarus listrik, dengan cara melihat arah arus listrik yang melingkar melalui kumparan itu. Jika arah arus listrik dilihat dari depan melingkar searah putaran jarum jam maka ujung kumparan itu menjadi Kutub Selatan magnet, sedangkan jika arah arus listrik berlawanan dengan arah putar jarum jam maka ujung kumparan itu menjadi Kutub Utara magnet.

Sifat kemagnetan kumparan berarus listrik tidak begitu kuat, maka untuk memperkuat sifat kemagnetannya dapat dilakukan dengan cara memperbanyak jumlah lilitan kumparan dan memasukkan besi lunak sebagai inti, seperti gambar 9.28 dan 9.29 berikut.



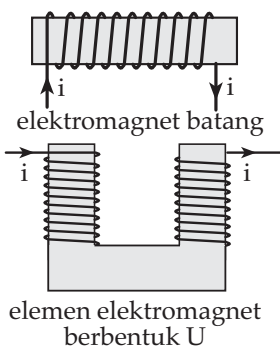
Gambar 9.28

Dengan besi lunak sebagai intinya, kumparan tersebut bersifat sebagai magnet sementara yang kuat dan dikenal sebagai elektromagnet.

Dalam kehidupan sehari-hari ternyata elektromagnet mempunyai banyak keuntungan dibanding dengan magnet tetap.

Keuntungan-keuntungan elektromagnet antara lain sebagai berikut.

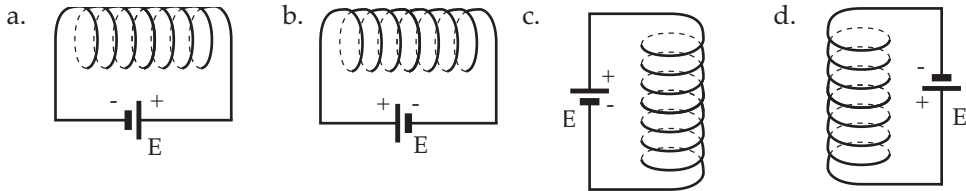
- Kemagnetannya dapat diperkuat dengan memperbanyak lilitan kumparan.
- Kekuatan magnetnya dapat diubah-ubah dengan mengubah kuat arus listrik yang mengalir pada kumparan.
- Sifat kemagnetannya mudah dihilangkan dengan memutus arus dan mudah ditimbulkan kembali dengan jalan mengalirkan arus.
- Kedua kutubnya dapat ditukar, dengan cara mengubah arah arus
- Cara penyimpanannya mudah dibanding magnet tetap
- Dapat dibuat dalam berbagai bentuk



Gambar 9.29
Prinsip bel listrik

UJI PEMAHAMAN

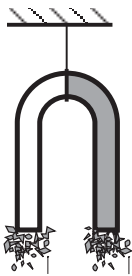
1. Sebutkan empat keuntungan penggunaan elektromagnet!
2. Tentukan kutub-kutub dari kumparan berarus listrik berikut!



a. Penggunaan elektromagnet

Dalam kehidupan sehari-hari elektromagnet banyak digunakan untuk hal-hal sebagai berikut.

1) Mengangkat benda-benda dari besi

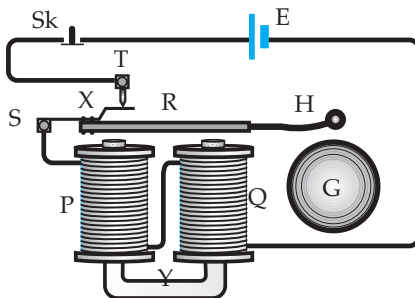


Pada saat alat ini digunakan maka arus listrik dialirkan sehingga elektromagnetnya bersifat sebagai magnet dan pada saat melepaskan benda-benda besinya arus listrik diputus sehingga elektromagnet hilang sifat kemagnetannya.

Gambar 9.30

Magnet listrik untuk alat pengangkat

2) Bel Listrik



Bagian penting dari bel listrik :

- elektromagnet PYQ
- interruptor (pemutus arus) X
- pelat besi R
- sekrup pengatur T
- saklar SK

Gambar 9.31 Skema bel listrik

Cara kerja bel listrik

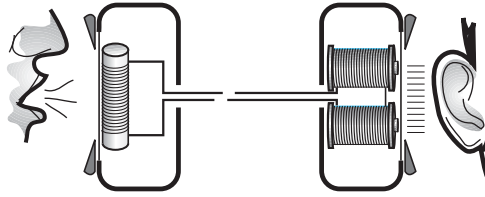
Pada saat saklar SK ditutup maka arus listrik mengalir dalam rangkaian dan elektromagnet FYQ menjadi magnet sehingga menarik plat R yang dihubungkan dengan pemukul (H) sehingga memukul bel (G) dan bel berbunyi.

Akan tetapi saat itu arus terputus karena plat R terputus dengan skrup pengatur T, sehingga arus terputus dan elektromagnet tidak bersifat sebagai magnet. Karena elektromagnet tidak bersifat magnet maka plat R kembali ke posisi semula dan menempel pada skrup pengatur dan arus mengalir lagi sehingga elektromagnet kembali menjadi magnet dan menarik plat sehingga memukul bel dan bel berbunyi. Begitu seterusnya sehingga pemukul bel selalu memukul bel dan bel berbunyi.

3) Pesawat Telepon

Pesawat telepon terdiri atas dua bagian utama yaitu:

- (1) Mikropon atau pesawat pengirim berita, dan
- (2) Telepon atau pesawat penerima berita, pada telepon ini terpasang elektromagnet



Gambar 9.32 Dasar kerja pesawat telepon

Prinsip kerja pesawat telepon

Pada saat kita berbicara di depan mikrofon, diafragma yang terbuat dari bahan aluminium ikut bergetar. Akibat getaran diafragma tersebut hambatan butir-butir karbon yang ada di belakangnya berubah-ubah besarnya selaras dengan frekuensi getaran bunyi yang kita keluarkan. Karena besar hambatan karbon berubah-ubah berakibat arus listrik yang mengalir melalui mikrofon juga berubah-ubah besarnya. Arus listrik yang berubah-ubah besarnya tersebut dikirim ke bagian telepon. Pada bagian telepon dipasang elektromagnet, magnet tetap US dan diafragma yang selalu ditarik oleh magnet tetap US sehingga diafragma pada telepon ini selalu melengkung ke dalam.

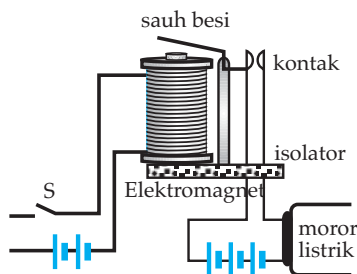
Karena arus listrik yang mengalir melalui telepon berubah-ubah besarnya mengakibatkan kekuatan elektromagnet juga berubah-ubah dan berakibat diafragma bergetar seirama dengan perubahan arus listrik atau seirama dengan getaran suara pengirim berita sehingga penerima dapat mendengar suara pengirim berita tersebut.

4) Pesawat Relay

Pesawat relay adalah alat yang dengan energi kecil dapat digunakan untuk memutuskan atau menyambung arus listrik yang besar dan dijalankan dengan elektromagnet.

Penggunaan pesawat relay di antaranya untuk mengatur aliran listrik dalam rangkaian yang menghubungkan sebuah aki dengan motor listrik.

Pada saat saklar ditutup, arus kecil mengalir melalui elektromagnet dan elektromagnet menarik sebuah besi B ke arah elektromagnet. Gerakan sauh besi menekan kontak C yang mengakibatkan arus mengalir dari aki ke motor listrik dan motor listrik berputar.

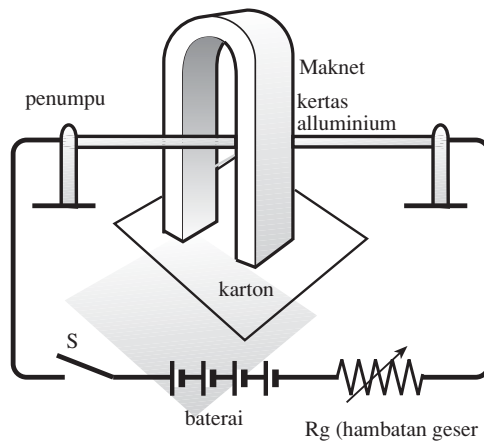


Gambar 9.33 Sebuah relay menggunakan arus yang kecil untuk mengalirkan atau memutuskan arus yang lebih besar dalam rangkaian lain

Pada saat saklar S dibuka, arus kecil terhenti, sauh besi kembali ke posisi semula dan kontak C merenggang berakibat arus listrik dari aki terhenti, motor listrik berhenti berputar.

4. Gaya Lorentz

Pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa arus listrik dapat menimbulkan medan magnet di sekitarnya. Selanjutnya bagaimana jika sebuah penghantar berarus listrik diletakkan di dalam medan magnet? Apa yang terjadi? Untuk menyelidiki hal tersebut kita ikuti percobaan berikut.



Gambar 9.34 Skema alat untuk membuktikan gaya Lorentz

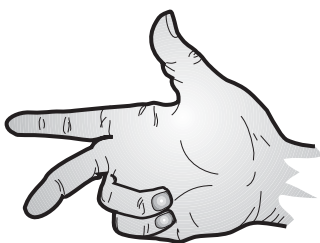
Berdasarkan gambar 9.34 di atas, selama saklar S dibuka, ternyata kertas aluminium tidak terpengaruh oleh medan magnet yang ditimbulkan oleh magnet U.

Pada saat saklar S ditutup ternyata kertas aluminium yang semula dalam posisi lurus, menjadi membengkok dengan arah tertentu. Jika arah arus listrik yang mengalir melalui kertas aluminium dibalik ternyata arah membengkoknya kertas aluminium juga berlawanan arah terhadap arah membengkoknya semula.

Berdasarkan hasil percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa kertas aluminium (penghantar) berarus listrik dan berada dalam medan magnet akan mendapat gaya.

Gaya yang dialami oleh penghantar berarus listrik di dalam medan magnet disebut gaya lorentz.

Berdasarkan hasil percobaan tersebut di atas didapat juga hubungan antara gaya lorentz, arah medan magnet, dan arah arus. Hubungan tersebut dinyatakan dengan aturan tangan kanan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 9.35

Rentangkan ibu jari, telunjuk, dan jari tengah tangan kananmu sedemikian rupa sehingga ketiganya membentuk sudut 90° (saling tegak lurus), seperti gambar di samping.

Telunjuk menyatakan arah arus listrik, jari tengah menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari mengatakan arah gaya lorentz.

Berdasarkan hasil percobaan lebih lanjut, diperoleh bahwa gaya lorentz semakin besar jika :

- semakin kuat medan magnetnya,
- semakin besar kuat arusnya, serta
- semakin panjang bagian kawat yang menerima gaya.

Jika arah arus listrik tegak lurus terhadap arah medan magnet maka besar gaya lorentznya dapat dirumuskan :

$$F = B \cdot I \cdot L$$

Keterangan :

F = gaya lorentz, dalam SI satuannya newton (N).

B = kuat medan magnet, dalam SI satuannya weber/m² atau tesla (T).

I = kuat arus listrik, dalam SI satuannya ampere (A).

L = panjang kawat, dalam SI satuannya meter (m).

Contoh soal:

- Sebuah kawat penghantar yang panjangnya 0,5 m vertikal dialiri arus listrik 5A dari arah bawah ke atas. Kawat tersebut berada dalam medan magnet homogen sebesar 20 tesla dengan arah dari selatan ke utara. Tentukan :
 - arah gaya lorentz pada kawat tersebut.
 - besar gaya lorentz pada kawat tersebut.

Penyelesaian :

- Sesuai aturan tangan kanan maka arah gaya lorentz yang bekerja pada kawat adalah ke barat.
- $F = B \cdot I \cdot L$
 $F = 20 \times 5 \times 0,5$
 $F = 50 \text{ N}$

- Sebuah kawat yang membujur dari arah selatan ke utara, berada dalam medan magnet homogen sebesar 10 tesla dengan arah dari timur ke barat. Panjang kawat 15 m. Setelah kawat dialiri arus listrik ternyata kawat mendapat gaya lorentz sebesar 300 N dengan arah ke bawah. Tentukan :
 - arah arus dalam kawat,
 - kuat arus listrik yang mengalir dalam kawat.

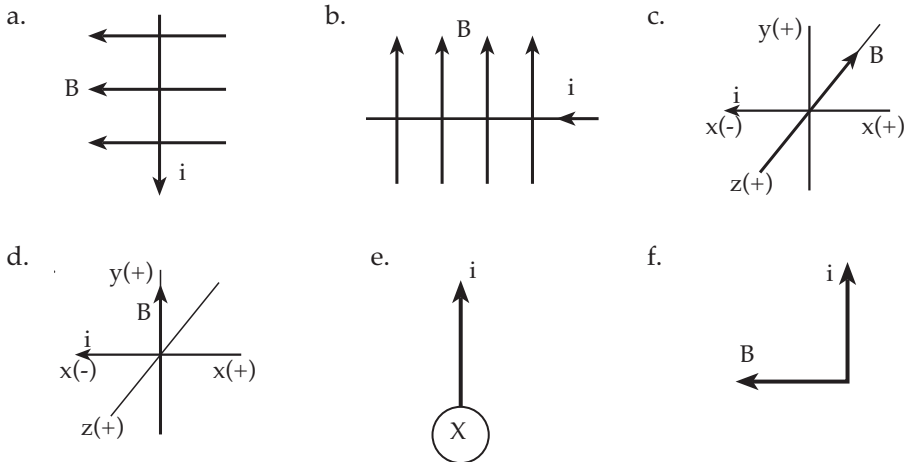
Penyelesaian :

- Sesuai dengan aturan tangan kanan maka arah arus listrik dalam kawat ke arah selatan.
- $I = \frac{F}{B \cdot L} = \frac{300}{10 \times 5} = 2 \text{ A}$

Sifat gaya lorentz banyak dimanfaatkan untuk membuat alat-alat listrik di antaranya motor listrik dan alat ukur listrik.

UJI PEMAHAMAN

1. Tentukan arah gaya lorentz yang bekerja pada kawat berarus listrik yang berada dalam medan magnet berikut!



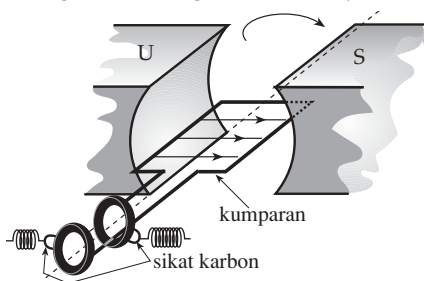
Catatan: x : arah menjauhi pembaca

• : arah mendekati pembaca

2. Kawat lurus dengan panjang 10 m membentang dari arah utara ke selatan dialiri arus listrik 10 A dari arah utara ke selatan. Kawat berada dalam medan magnet $2 \cdot 10^{-2}$ Tesla dari arah atas ke bawah. Tentukan arah dan besar gaya Lorentz yang bekerja pada kawat!
3. Kawat lurus dengan panjang 2 m, membentang dari arah timur ke barat berada dalam medan magnet $4 \cdot 10^{-4}$ Tesla yang mengarah dari selatan ke utara. Ternyata kawat mendapat gaya Lorentz sebesar $1,6 \cdot 10^{-3}$ N dengan arah ke atas. Tentukan arah dan besar arus listrik yang mengalir melalui kawat!

a. Motor Listrik Sederhana

Dengan dasar gaya lorentz, terciptalah alat motor listrik, yaitu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak.



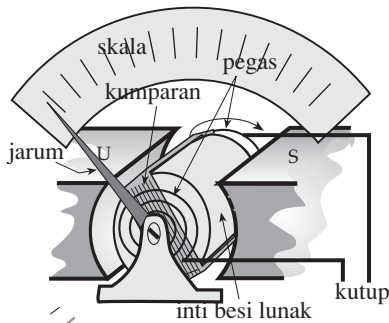
Gambar 9.36 Skema motor listrik

Jika arus listrik dialirkan melalui kumparan yang berada dalam medan magnet, kumparan berputar. Hal tersebut dapat terjadi karena arah listrik di sebelah kanan kumparan dan di sebelah kiri berlawanan arah, sehingga gaya lorentz yang bekerja pada kumparan sebelah kiri dan sebelah kanan juga berlawanan arah dengan besar yang sama sehingga membentuk suatu kopel dan memutar kumparan. Alat yang menggunakan motor listrik misalnya bor listrik, kipas angin, mixer, dan blender.

Daya motor listrik dapat diperbesar dengan jalan: memperbesar kuat arus, memperkuat medan magnet, memperbanyak jumlah lilitan kumparan, dan memasukkan inti besi lunak ke dalam kumparan.

b. Alat Ukur Listrik

Alat pengukur listrik yang banyak digunakan adalah alat pengukur listrik jenis kumparan berputar.



Gambar 9.37

Bagian-bagian utama sebuah pengukur kumparan putar (galvanometer)

Bagian penting dari alat ukur listrik adalah :

- magnet tetap berbentuk U dengan ruang di antaranya berbentuk silinder,
- inti besi lunak berbentuk silinder,
- kumparan yang dipasang pada inti besi lunak,
- pegas penahan,
- jarum penunjuk skala, serta
- skala

Besarnya skala yang ditunjukkan oleh jarum sebanding dengan besar kecilnya arus listrik yang mengalir.

Alat-alat pengukur listrik yang menggunakan elektromagnet dengan kumparan berputar ini antara lain galvanometer (alat ukur arus lemah), amperemeter, dan voltmeter.

RANGKUMAN

1. Magnet adalah benda yang dapat menarik benda-benda tertentu, seperti besi, baja, nikel, dan cobalt.
2. Macam-macam magnet:
 - a. Berdasar bentuknya: magnet batang, magnet ladam, magnet jarum, dan magnet silinder
 - b. Berdasar sifatnya: magnet alam dan magnet buatan
 - c. Berdasar sifatnya: magnet tetap dan magnet sementara
3. Cara membuat magnet: cara arus listrik, cara menggosok, dan cara induksi.
4. Kutub magnet adalah bagian magnet yang mempunyai daya tarik paling kuat.
5. Kutub magnet ada dua macam, yaitu kutub utara magnet dan kutub selatan magnet.
6. Sifat kutub magnet: yang sejenis tolak-menolak dan yang tidak sejenis tarik-menarik.

7. Teori kemagnetan
 - a. Magnet terdiri atas magnet-magnet kecil yang disebut magnet elementer.
 - b. Pada bahan yang bersifat sebagai magnet, magnet-magnet elementernya mengarah ke satu arah tertentu dan pada bahan yang tidak sebagai magnet, magnet-magnet elementernya saling menutup.
8. Kumparan yang dialiri arus listrik bersifat sebagai magnet.
9. Di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet.
10. Gaya Lorentz adalah gaya yang bekerja pada kawat berarus listrik yang memotong medan magnet.
Besarnya gaya Lorentz: $F = B \cdot i \cdot L$
11. Beberapa alat yang bekerja berdasar gaya Lorentz antara lain: alat ukur listrik, generator.
12. Bumi bersifat sebagai magnet raksasa.
13. Sudut deklinasi adalah sudut penyimpangan arah magnet jarum kompas terhadap arah utara, selatan yang sebenarnya.
14. Sudut inklinasi adalah sudut yang dibentuk oleh arah sumbu magnet jarum kompas terhadap bidang datar.

I. Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Bahan yang sangat baik untuk dibuat magnet permanen adalah
 - a. para magnetik
 - b. diamagnetik
 - c. ferromagnetik
 - d. nonmagnetik
2. Gambar di bawah ini menunjukkan 3 buah magnet batang. Apabila C kutub utara, B dengan C tolak-menolak, serta D dengan E tarik-menarik.

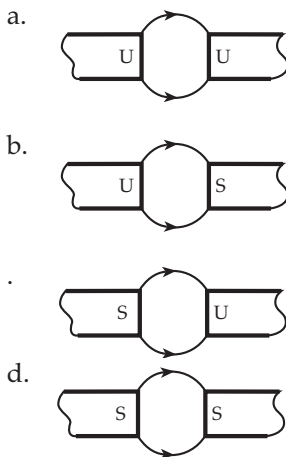
A	B
---	---

C	D
---	---

E	F
---	---

 Jenis kutub magnet A dan F adalah
 - a. A kutub utara, F kutub utara
 - b. A kutub selatan, F kutub utara
 - c. A kutub utara, F kutub selatan
 - d. A kutub selatan, F kutub selatan
3. Dua batang logam masing-masing M dan N. Apabila ujung M didekatkan pada salah satu ujung N ditolak dan jika dengan ujung yang lain ditarik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa
 - a. batang M adalah magnet, sedangkan batang N bukan magnet
 - b. batang M dan N keduanya magnet
 - c. batang M bukan magnet, tetapi batang N magnet
 - d. batang M dan N keduanya bukan magnet
4. Berdasarkan teori kemagnetan, baja telah menjadi magnet apabila
 - a. susunan magnet elementernya tidak beraturan
 - b. susunan magnet elementernya membentuk pola lingkaran
 - c. susunan magnet elementernya menghadap ke satu arah
 - d. susunan magnet elementernya membentuk pola segi enam beraturan
5. Jika sebuah magnet dipukul-pukul dengan palu maka sifat kemagnetannya akan hilang. Hal ini disebabkan karena
 - a. letak magnet-magnet elementernya teratur dengan kutub-kutub senama berhadapan
 - b. letak magnet-magnet elementernya tidak teratur dan sebagian besar membentuk lingkaran tertutup dengan kutub tak senama saling berhadapan
 - c. letak magnet-magnet elementernya teratur dengan kutub-kutub tak senama saling berhadapan
 - d. letak magnet-magnet elementernya tidak teratur dan sebagian besar membentuk lingkaran tertutup dengan kutub senama saling berhadapan

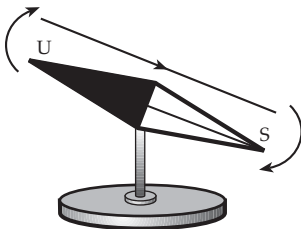
6. Gambar yang menunjukkan arah garis gaya magnet di sekitar dua kutub magnet adalah



7. Magnet jarum kompas selalu menghadap utara selatan. Kutub utara menghadap ke kutub utara bumi. Hal ini disebabkan karena

- tepat di kutub utara bumi terdapat kutub utara magnet bumi
- tepat di kutub utara bumi terdapat kutub selatan magnet bumi
- di dekat atau di sekitar kutub utara bumi terdapat kutub utara magnet bumi
- di dekat atau di sekitar kutub utara bumi terdapat kutub selatan magnet bumi

8. Perhatikan gambar di bawah ini!



Magnet jarum berubah kedudukannya, ketika arus listrik mengalir pada kawat penghantar. Hal ini membuktikan bahwa

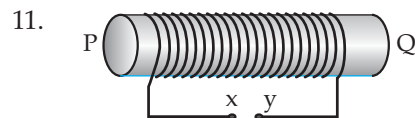
- arus listrik menimbulkan medan magnet
- penghantar berarus listrik menjadi magnet
- di sekitar penghantar terjadi magnet elementer
- penghantar berarus listrik menjadi elektromagnet.

9. Ketika jarak antara dua kutub magnet diperkecil, maka gaya magnetnya

- tidak berubah
- makin besar
- makin kecil
- berubah tidak dapat diperkirakan

10. Jika arah gaya lorentz dari barat ke timur, arah arus listrik dari utara ke selatan, maka arah medan magnet adalah

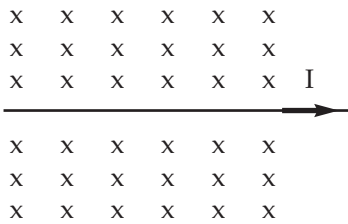
- dari timur ke barat
- dari selatan ke utara
- dari atas ke bawah
- dari bawah ke atas



Gambar di atas, jika ternyata P kutub utara magnet dan Q kutub selatan magnet maka

- x kutub utara baterai, y kutub selatan baterai
- x kutub selatan baterai, y kutub utara baterai
- x kutub positif baterai, y kutub negatif baterai
- x kutub negatif baterai, y kutub positif baterai

12. Perhatikan gambar di bawah ini!



Kawat berarus listrik akan mengalami gaya lorentz yang arahnya

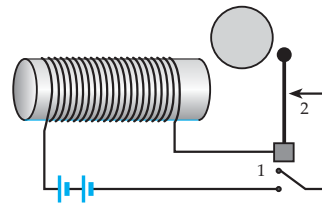
- ke atas
 - ke bawah
 - ke kanan
 - ke kiri
13. Kawat panjangnya 50 cm berada di dalam muatan magnet yang berkekuatan 20 Tesla. Apabila arus listrik yang mengalir pada kawat itu 5 ampere, maka gaya lorentznya sebesar
- 25 Newton
 - 50 Newton
 - 75 Newton
 - 50 Newton

14. 1. Bel listrik
2. Telepon
3. Elektroskop
4. Relai
5. Setrika listrik
6. Rice cooker

Alat-alat listrik di atas yang menggunakan elektromagnet adalah

- 2, 3, 5
- 3, 5, 6
- 1, 2, 4
- 4, 5, 6

15. Perhatikan skema gambar bel listrik di bawah ini!

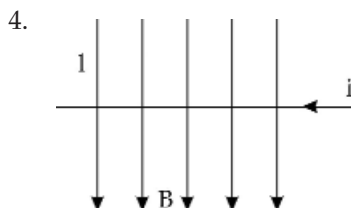


Interuptor, saklar dan besi lunak ditunjukkan pada nomor

- (1), (2) dan (3)
- (2), (3) dan (1)
- (1), (3) dan (2)
- (2), (1) dan (3)

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan sistematis dan benar!

- Mengapa membuat magnet dengan arus listrik jauh lebih baik daripada dengan menggosok? Jelaskan!
- Jelaskan proses terjadinya sudut inklinasi dan sudut deklinasi pada magnet jarum kompas!
- Kawat lurus berarus listrik memotong tegak lurus medan magnet $4 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$ dengan arah ke barat. Panjang kawat 50 cm. Ternyata gaya lorentz yang bekerja pada kawat $2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ ke kanan. Tentukan besar dan arah arus listriknya!



Jika $B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Wb/m}^2$

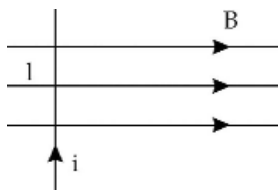
$$i = 4 \text{ A}$$

$$F = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

Tentukan :

- Arah F
- Panjang l

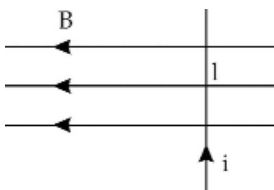
5. Hitung besar gaya lorentz pada kawat dan lukislah gaya lorentznya!



$B = 4 \text{ tesla}$

$i = 2 \text{ A}$

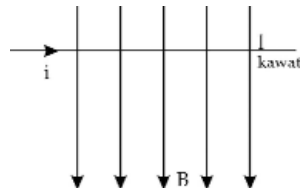
$l = 10 \text{ m}$



$B = 10 \text{ tesla}$

$i = 1 \text{ A}$

$l = 5 \text{ m}$



$B = 8 \text{ tesla}$

$i = 2 \text{ A}$

$l = 5 \text{ m}$

BAB 10

INDUKSI

ELEKTROMAGNET

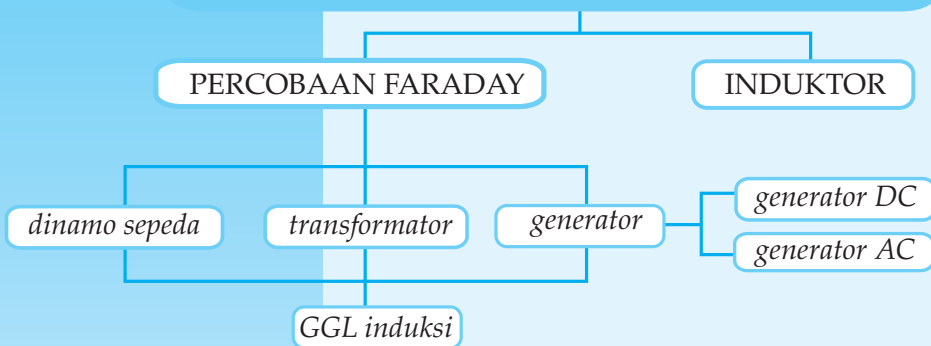
Standar Kompetensi:

Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi Dasar:

Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

INDUKSI ELEKTROMAGNET



Pada saat ini energi listrik banyak diperlukan manusia untuk membantu usahanya. Jika kita perhitungkan mungkin beratus ribu mega watt daya listrik yang diperlukan manusia saat ini. Dari begitu besarnya daya listrik yang diperlukan manusia tersebut hanya sebagian kecil yang dihasilkan oleh energi kimia, yaitu perubahan energi kimia menjadi energi listrik, sebagian besar dihasilkan dengan cara lain, yaitu yang disebut elektromagnetik.

A. GEJALA INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Peristiwa elektromagnetik ini pertama kali ditemukan oleh **Michael Faraday** (1791-1867) ahli fisika bangsa Inggris dalam tahun 1831 setelah melakukan penyelidikan kurang lebih 9 tahun. Michael Faraday menemukan bahwa GGL terjadi pada kawat penghantar yang berada di dalam bidang magnetik dan medan magnetik itu berubah.

Gejala timbulnya arus listrik pada suatu penghantar karena pengaruh medan magnetik yang berubah disebut induksi elektromagnetik.

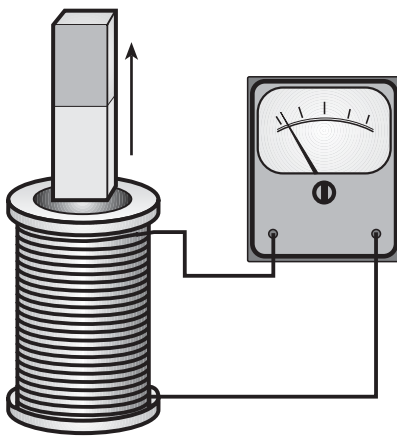
GGL pada penghantar yang terjadi pada peristiwa induksi elektromagnetik ini disebut GGL induksi dan arus listrik yang timbul disebut arus induksi.

Sebenarnya pada saat yang hampir bersamaan **Joseph Henry** (1797-1878) ahli fisika bangsa Amerika Serikat juga menemukan gejala yang sama dengan gejala yang ditemukan oleh **Michael Faraday** tersebut.

Penemuan Michael Faraday dan Joseph Henry ini besar manfaatnya untuk mengadakan energi listrik yang jumlahnya besar sekali.

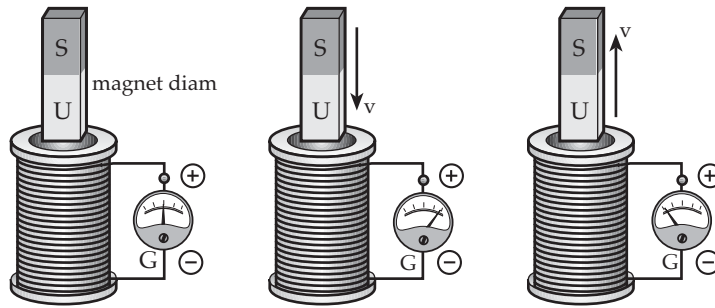
Bagaimanakah Faraday melakukan percobaan?

Di bawah ini beberapa peralatan yang digunakan Faraday dalam percobaannya.



Gambar 10.1
Menimbulkan arus listrik dengan menggunakan magnet

Proses percobaannya sebagai berikut:



Gambar 10.2 Percobaan Michael Faraday

G = galvanometer, yaitu alat ukur kuat arus yang sangat kecil.

Keterangan gambar 10.2

- (a) : magnet diam, jarum galvanometer menunjuk angka nol berarti dalam kumparan tidak mengalir arus listrik.
- (b) : magnet digerakkan mendekati kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke kanan, berarti dalam kumparan mengalir arus listrik.
- (c) : magnet digerakkan menjauhi kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke kiri, berarti dalam kumparan mengalir arus listrik.

Dari hasil percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa arus listrik dapat terjadi dalam rangkaian selama magnet digerakkan mendekati atau menjauhi kumparan. Arus listrik yang terjadi pada peristiwa tersebut disebut arus induksi dan GGL yang terjadi pada peristiwa tersebut disebut GGL induksi.

Terjadinya peristiwa tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 10.3

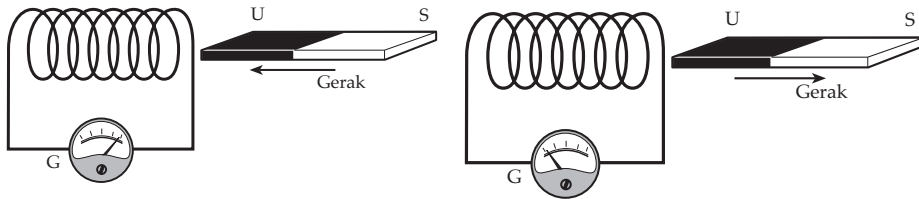
Perubahan banyaknya garis gaya dalam kumparan menimbulkan GGL induksi pada ujung-ujung kumparan

- a. Selama magnet didiamkan di luar atau di dalam kumparan maka tidak terjadi perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan dan tidak ada arus listrik yang mengalir melalui kumparan.
- b. Selama magnet digerakkan mendekati atau menjauhi kumparan maka terjadi perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan dan ada arus listrik yang mengalir melalui kumparan.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadinya arus induksi dalam rangkaian tersebut selama terjadi perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan. Bagaimana cara mendapatkan perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan?

Di bawah ini menggambarkan cara mendapatkan perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan.

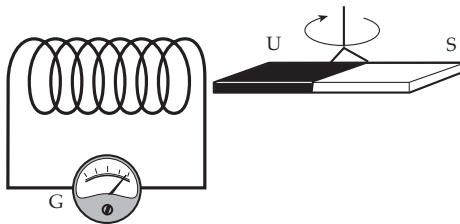
1. Menggerakkan magnet, mendekati atau menjauhi kumparan.



Gambar 10.4 Cara menimbulkan arus listrik

Selama magnet batang digerakkan mendekati atau menjauhi kumparan, maka pada kumparan timbul arus listrik.

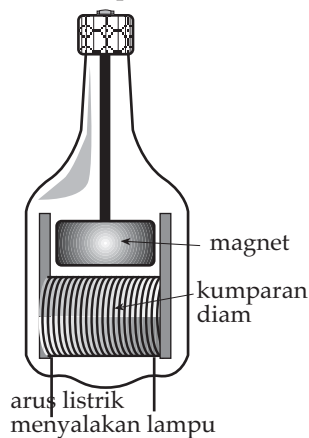
2. Memutar magnet di dekat kumparan.



Selama magnet berputar di dekat kumparan pada kumparan timbul arus listrik.

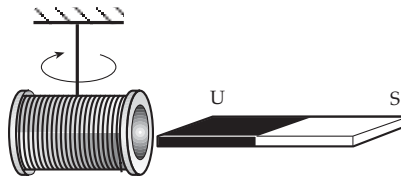
Gambar 10.5 Cara menimbulkan arus listrik

Prinsip ini digunakan pada dinamo sepeda :



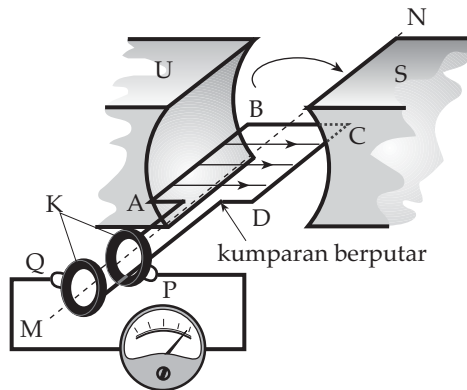
Gambar 10.6 Skema dinamo sepeda

3. Memutar kumparan di dekat magnet



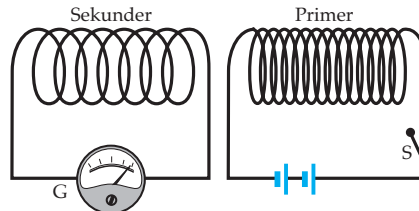
Gambar 10.7 Cara mendapatkan arus listrik

Selama kumparan berputar di dekat magnet, pada kumparan timbul arus listrik. Prinsip ini digunakan pada generator.



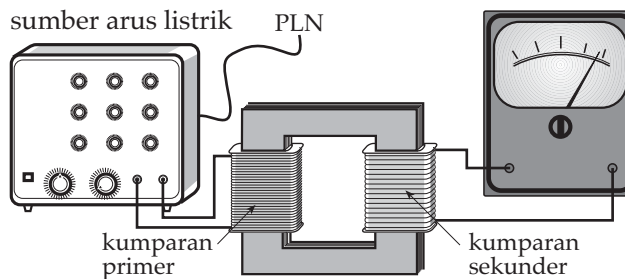
Gambar 10.8 Skema generator

4. Memutus-mutus kumparan primer untuk menginduksi kumparan sekunder.



Gambar 10.9 Cara menimbulkan arus listrik

Selama saklar S pada kumparan primer dibuka, ditutup pada kumparan sekunder timbul arus listrik. Prinsip ini digunakan pada transformator.



Gambar 10.10 Skema transformator

Besarnya GGL induksi pada kumparan :

- sebanding dengan jumlah lilitan kumparan dan
- sebanding dengan kecepatan perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan.

Sehingga besar GGL induksi pada kumparan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Keterangan :

ε = GGL induksi (volt)

N = Jumlah lilitan kumparan

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ = Laju perubahan flux magnetik (Wb/s)

tanda (-) = Penyesuaian hukum Lenz

Contoh soal :

Dalam sebuah kumparan yang mempunyai 300 lilitan dalam waktu 10 sekon terjadi perubahan-perubahan flux magnet yang dilingkupi sebesar 20 weber. Berapa GGL yang timbul pada ujung-ujung kumparan tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $N = 300$; $\Delta t = 10$ sekon ; $\Delta\Phi = 20$ weber

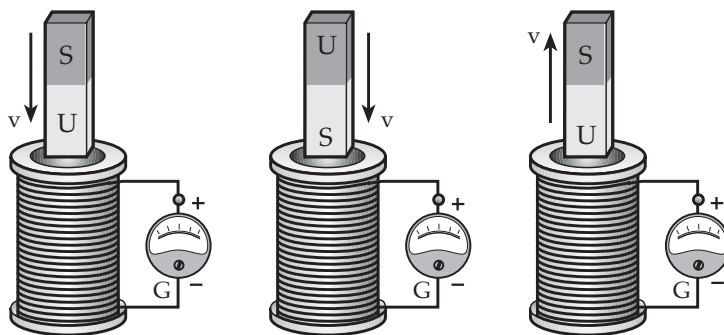
Ditanya : $\varepsilon = \dots?$

Jawab :

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 1 - 3300 \frac{20}{10} = -600 \text{ volt}$$

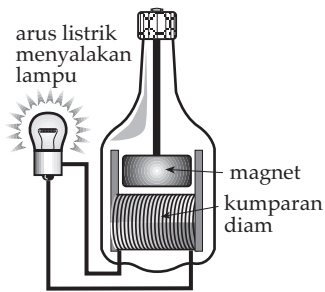
UJI PEMAHAMAN

- Gambarlah arah arus induksi dan arah penyimpangan jarum galvanometer berikut!



- Pada peristiwa induksi elektromagnetik, bilamana pada kumparan timbul arus listrik?

3. Perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar tersebut jawablah pertanyaan berikut.

- Jika laju sepeda dipercepat mengapa nyala lampu sepeda semakin terang?
- Mengapa GGL yang dihasilkan oleh dinamo sepeda semakin lama semakin berkurang?

- Sebutkan 2 cara untuk memperbesar GGL induksi pada kumparan!
- Dalam sebuah kumparan yang terdiri atas 600 lilitan terdapat perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi 60 weber tiap 0,5 menit. Berapakah GGL induksi yang timbul pada kumparan?

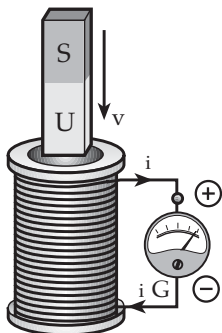
1. Hukum Lenz

Arah arus induksi sedemikian sehingga melawan perubahan medan magnet penyebabnya.

Arah arus induksi pada kumparan dapat ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut.

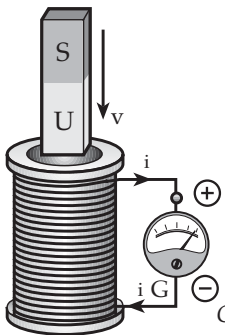
- Jika ujung kumparan didekati oleh jenis kutub magnet maka ujung kumparan itu menjadi kutub magnet yang sejenis dengan jenis kutub magnet yang didekatkan.
- Jika ujung kumparan dijauhi oleh jenis kutub magnet maka ujung kumparan itu menjadi kutub magnet yang berlawanan dengan jenis magnet yang dijauhkan.

Contoh :



- Selama ujung kumparan P didekati kutub U magnet batang maka ujung kumparan P menjadi kutub magnet U dan ujung kumparan Q menjadi kutub magnet S. Dengan demikian arus induksi pada kawat teratas mengalir ke kanan dan jarum galvanometer menyimpang ke kanan.

Gambar 10.11 (a)



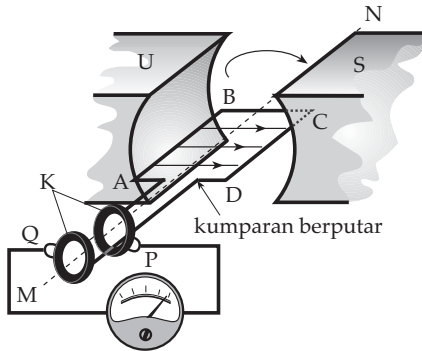
- Selama ujung kumparan P dijauhi kutub U magnet batang maka ujung kumparan P menjadi kutub magnet S dan ujung Q menjadi kutub U, sehingga arus induksi pada kawat teratas mengalir ke kekiri dan jarum galvanometer menyimpang ke kiri.

Gambar 10.11 (b) Hukum Lorentz

B. PRINSIP KERJA GENERATOR

Generator adalah alat yang dapat merubah energi gerak menjadi energi listrik.

Di bawah ini adalah bagan generator



Gambar 10.12 Bagan Generator

Keterangan :

US = magnet permanen, sebagai stator

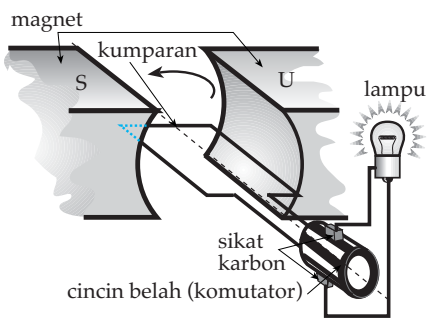
ABCD = kumparan, sebagai Rotor

K = cincin pengumpul, sebagai kolektor

PQ = sikat, sebagai penghubung dengan rangkaian luar.

Generator ada 2 macam, yaitu generator arus searah (DC) dan generator arus bolak-balik (AC).

1. Generator Arus Searah (DC)

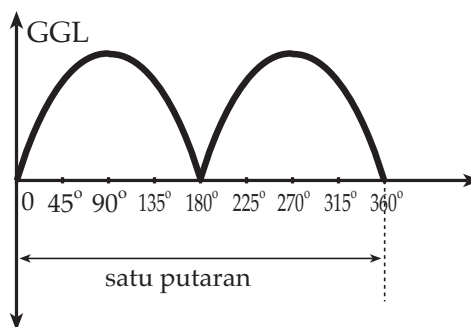


Gambar 10.13 Generator DC Sederhana

Pada generator D.C hanya terdapat 1 buah kolektor dan terbelah, yang disebut komutator.

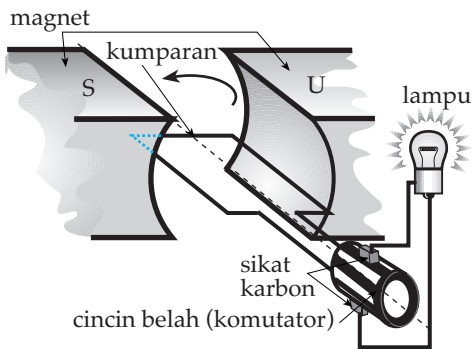
Prinsip Kerja Generator:

Selama kumparan berputar di antara magnet permanen, maka pada kumparan timbul arus listrik. Karena pada generator DC hanya mempunyai 1 buah kolektor dan terbelah, maka pada rangkaian luar arus listrik terjadi hanya pada setengah fase, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 10.14 Bentuk arus listrikDC

2. Generator Arus bolak-balik (AC)

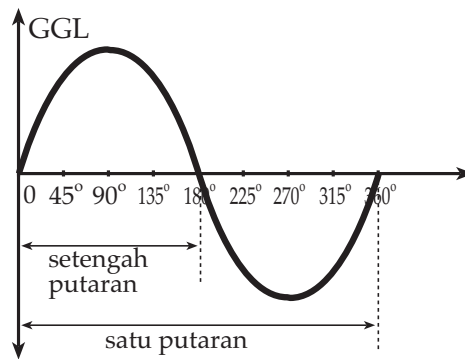


Gambar 10.15(a) Generator AC sederhana

Pada generator AC terdapat 2 buah kolektor dan masing-masing tidak terbelah

Prinsip kerja generator:

Selama kumparan berputar di antara magnet permanen, pada kumparan timbul arus listrik. Karena pada generator AC terdapat dua buah kolektor dan tidak terbelah maka pada rangkaian luar arus listrik dapat terjadi tiap fase. Seperti gambar di bawah ini!

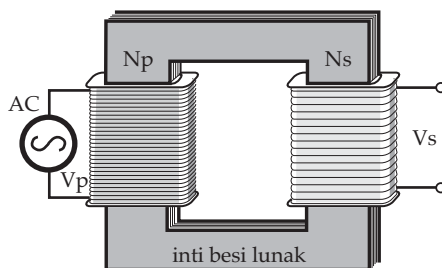


Gambar 10.15(b) Bentuk arus listrik

C. PRINSIP KERJA TRANSFORMATOR

Transformator adalah alat yang digunakan untuk mengubah tegangan arus bolak-balik dari tegangan rendah ke tegangan tinggi dan sebaliknya. Transformator mempunyai 2 buah lilitan yaitu primer dan sekunder.

1. Lilitan primer, yaitu lilitan yang dihubungkan dengan sumber tegangan listrik.
2. Lilitan sekunder, yaitu lilitan untuk keluaran.



Keterangan :

N_p = Jumlah lilitan primer

N_s = Jumlah lilitan sekunder

V_p = Tegangan primer

V_s = Tegangan sekunder

Gambar 10.16 Bagian Transformator

Prinsip Kerja transformator :

Kumparan primer transformator dihubungkan dengan sumber tegangan AC, sehingga besar dan arah arus listrik yang mengalir melalui kumparan primer berubah-ubah. Dengan adanya perubahan besar dan arah arus listrik pada kumparan primer maka dapat menginduksi kumparan sekunder sehingga pada kumparan sekunder timbul GGL.

Jenis trafo ada dua macam yaitu trafo step up dan trafo step down.

1. Trafo Step Up, untuk menaikkan tegangan

Pada trafo step up didapat : $N_p < N_s$

$$V_p < V_s$$

2. Trafo Step Down, untuk menurunkan tegangan.

Pada trafo step down diperoleh : $N_p > N_s$

$$V_p > V_s$$

Persamaan pada transformator

1.
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

2. Untuk trafo ideal : trafo yang kehilangan energi listrik menjadi energi kalor dapat diabaikan.

- a. $P_p = P_s$

- b. $V_p \cdot i_p = V_s \cdot i_s$

- c.
$$\frac{i_p}{i_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

- d. Efisiensi (η), yaitu perbandingan daya sekunder dengan daya primer = 100%

3. Untuk trafo tidak ideal, yaitu trafo yang kehilangan energi listrik menjadi energi kalor tidak dapat diabaikan diperoleh $P_p > P_s$, sehingga efisiensi trafo $< 100\%$ dan dapat dinyatakan dengan :

$$\boxed{\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%} \quad \text{atau} \quad \boxed{\eta = \frac{V_s \cdot i_s}{V_p \cdot i_p} \times 100\%}$$

Contoh soal :

1. Sebuah trafo step down mempunyai kumparan primer dengan 1200 lilitan dan kumparan sekunder dengan 300 lilitan. Jika trafo dihubungkan dengan sumber tegangan AC = 200 volt, hitung:

- a. tegangan yang dihasilkan

- b. kuat arus primer jika kumparan sekunder dihubungkan dengan alat listrik yang berhambatan 100 ohm.

Penyelesaian :

Diketahui : $N_p = 1200$; $N_s = 300$; $V_p = 200$ volt

Ditanya : a. V_s b. i_p untuk $R = 100 \Omega$

Jawab :

a. $N_p : N_s = V_p : V_s$
 $1200 : 300 = 200 : V_s$

$$V_s = 50 \text{ volt}$$

b. $i_s = V_s : R$
 $i_s = 50 : 100 = 0,5 \text{ A}$

$$i_p : i_s = N_s : N_p$$

$$i_p : 0,5 = 300 : 1200$$

$$i_p = 0,125 \text{ A}$$

2. Sebuah trafo mempunyai efisiensi 60%. Jika trafo dihubungkan dengan tegangan 100 volt ternyata arus primernya 2 A. Berapa arus sekundernya jika $N_p : N_s = 2 : 5$?

Penyelesaian :

Diketahui : $\eta = 60\%$; $V_p = 100 \text{ volt}$
 $i_p = 2 \text{ A}$; $N_p : N_s = 2 : 5$

Ditanya : $i_s = \dots?$

Jawab :

$$V_p : V_s = N_p : N_s$$

$$100 : V_s = 2 : 5$$

$$V_s = 250 \text{ volt}$$

$$\eta = \frac{V_s \cdot i_s}{V_p \cdot i_p}$$

$$\frac{6}{10} = \frac{250 \cdot i_s}{100 \cdot 2}$$

$$i_s = \frac{1200}{2500} = 0,48 \text{ A}$$

UJI PEMAHAMAN

1. Mengapa sumber tegangan transformator harus sumber tegangan AC?
2. Sebutkan persamaan dan perbedaan antara transformator step up dan transformator step down!
3. Jelaskan dengan singkat prinsip kerja transformator!
4. Transformator dengan jumlah lilitan primer dan sekunder yang berbanding sebagai 3 : 2 dan efisiensi 80% dihubungkan dengan sumber tegangan A.C dari 6 volt. Kumparan sekunder dihubungkan dengan lampu yang tertulis 8 volt, 16 watt.

Hitunglah:

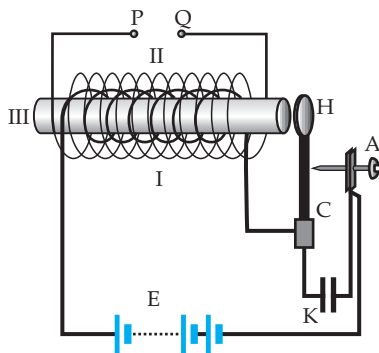
- a. kuat arus listrik yang mengalir melalui lampu,
- b. gaya listrik pada kumparan sekunder,
- c. kuat arus listrik yang mengalir melalui kumparan primer!

D. INDUKTOR

Untuk menimbulkan percikan bunga api listrik di antara elektroda busi pada kendaraan bermotor diperlukan tegangan yang tinggi. Adapun sumber tegangan pada kendaraan bermotor berupa aki yang selain merupakan sumber tegangan DC juga nilai tegangannya 6 Volt atau 12 Volt. Untuk dapat menaikkan tegangan diperlukan alat yang disebut induktor.

Induktor pertama kali diciptakan oleh Ruhmkorf sehingga dikenal dengan induktor Ruhmkorf.

Di bawah ini merupakan bagan dari induktor :



Keterangan :

E = elemen (sumber DC)

I = kumparan primer

II = kumparan sekunder

III = inti besi lunak

CH = plat besi

A = pemutus arus (interuptor)

Gambar 10.17 Bagan Induktor

Pada induktor kumparan primer terbuat dari kawat besar dengan jumlah lilitan sedikit dan kumparan sekunder terbuat dari kawat kecil dengan jumlah lilitan banyak.

Prinsip Kerja Induktor:

Pada saat arus listrik mengalir melalui kumparan primer, inti besi lunak menjadi magnet dan menarik plat besi CH. Karena plat besi CH ditarik oleh magnet inti besi lunak maka merenggang dari interuptor A sehingga arus listrik berhenti mengalir. Karena arus listrik berhenti mengalir maka inti besi lunak menjadi tidak bersifat sebagai magnet sehingga plat besi CH kembali ke posisi semula, yaitu menempel pada interuptor dan arus listrik mengalir lagi pada kumparan primer. Kemudian terjadi lagi peristiwa di atas.

Dengan posisi plat besi CH yang menempel dan merenggang pada interuptor mengakibatkan arus listrik yang mengalir pada kumparan primer terputus-putus sehingga dapat menginduksi kumparan sekunder. Dengan demikian pada kumparan sekunder timbul GGL yang berfungsi sebagai sumber tegangan AC.

Pada kendaraan bermotor, interuptor disebut dengan *platina* dan kumparan disebut dengan *coil*.

UJI PEMAHAMAN

1. Mengapa GGL induksi pada kumparan sekunder dari induktor berupa GGL AC?
2. Sebutkan persamaan dan perbedaan dari Trafo Step Up dan induktor
3. Apa fungsi interuktor pada induktor?
4. Apa fungsi inti besi lunak pada lilitan?



ANGKUMAN

1. GGL induksi pada kumparan dapat terjadi jika terdapat perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan.
2. Alat-alat yang tercipta berdasarkan peristiwa induksi elektromagnetik antar lain: dinamo sepeda, generator, transformator, dan induktor.
3. Ada dua cara untuk memperbesar GGL induksi yang timbul pada kumparan sebagai berikut.
 - a. Memperbanyak jumlah lilitan kumparan
 - b. Memperbesar perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi kumparan tiap detik.
4. Besar GGL induksi yang timbul pada kumparan dinyatakan dengan persamaan

$$E = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

5. Ada dua macam generator, yaitu generator D.C dan generator A.C

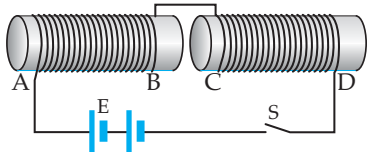
6. Persamaan pada transformator: $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$

Pada trafo ideal: $P_p = P_s$ atau $V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s$

Pada trafo tidak ideal $h = \eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$

9. Induktor adalah alat untuk mengubah tegangan sumber D.C.

I. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat

- Induksi elektromagnetik ialah
 - gejala timbulnya arus listrik akibat penghantar di hubungkan baterai
 - gejala timbulnya arus listrik pada penghantar akibat perubahan fluks magnetik
 - gejala timbulnya medan magnet akibat penghantar berarus listrik
 - gejala timbulnya medan magnet pada kumparan akibat arus listrik
- Besarnya GGL induksi dapat dirumuskan
 - $\varepsilon = \frac{N}{\Delta\Phi \cdot \Delta t}$
 - $\varepsilon = \frac{-N}{\Delta\Phi \cdot \Delta t}$
 - $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{N \cdot \Delta t}$
 - $\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- GGL induksi dapat diperoleh dengan cara
 - menempatkan magnet dalam kumparan dalam keadaan diam
 - memasukkan kutub magnet ke dalam kumparan
 - mengeluarkan kutub magnet dari dalam kumparan
 - memutar magnet di dekat kumparan
- Satuan SI untuk fluks magnetik adalah
 - weber/sekon
 - tesla
 - weber
 - weber/meter
- Pada gambar di bawah ini jika saklar (s) kita tutup, maka
 
 - titik A = D sebagai kutub U
 - titik B = C sebagai kutub U
 - titik A = C sebagai kutub S
 - titik B = C sebagai kutub S
- Generator berfungsi mengubah energi
 - listrik menjadi gerak
 - gerak menjadi listrik
 - listrik menjadi cahaya
 - gerak menjadi cahaya
- Untuk menghasilkan arus searah, generator DC memiliki
 - 1 cincin luncur
 - 2 cincin luncur
 - 1 cincin belah
 - 2 cincin belah
- Fungsi transformator step up ialah
 - menaikkan tegangan sekunder
 - menaikkan arus sekunder
 - menaikkan daya sekunder
 - menaikkan arus dan tegangan sekunder
- Sebuah transformator step up memiliki kumparan sekunder yang jumlah lilitannya dibandingkan dengan kumparan primernya
 - sama banyak
 - lebih banyak
 - lebih sedikit
 - dapat lebih banyak atau sedikit

10. Besar perbandingan jumlah lilitan pada kumparan primer dan kumparan sekunder adalah 3 : 2. Jika tegangan keluaran trafo 12 Volt, maka tegangan input trafo sebesar
 a. 4 Volt c. 18 Volt
 b. 8 Volt d. 24 Volt
11. Suatu transformator memiliki efisiensi 90% jika tegangan primernya 220 Volt dan arus primernya 4 ampere, sedangkan arus sekunder sebesar 3 ampere, maka besar tegangan sekunder
 a. 149 Volt c. 792 Volt
 b. 264 Volt d. 880 Volt
12. Jika perbandingan N_p dan N_s sebesar 1 : 4 dan tegangan primer trafo 110 Volt, sedang daya trafo 440 Watt dengan efisiensi 100%, maka arus sekunder sebesar
 a. 1 ampere c. 4 ampere
 b. 3 ampere d. 5 ampere
13. Efisiensi transformator 80% dan daya keluaran transformator 480 Watt. Jika arus primer 2 ampere, maka tegangan primernya
 a. 192 Volt
 b. 240 Volt
 c. 300 Volt
 d. 960 Volt
14. Untuk transmisi energi listrik jarak jauh paling efisien menggunakan
 a. transformator step down
 b. transformator step up
 c. induktor Ruhmkorff
 d. delko
15. Jika efisiensi transformator 90% sedangkan daya outputnya 18 MW, maka daya yang hilang pada trafo sebesar
 a. 200 Watt
 b. 2000 Watt
 c. 200.000 Watt
 d. 2.000.000 Watt

II. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan beberapa cara memperoleh arus induksi!
2. Sebuah transformator step down memiliki kumparan sebanyak 2000 lilitan. Jika tegangan primernya 240 Volt, maka berapa jumlah lilitan pada kumparan sekundernya agar tegangan sekundernya 30 Volt?
3. Perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder sebesar 2 : 5, jika daya sekundernya 500 Watt, sedang arus primer 2,5 ampere hitung tegangan sekundernya!
4. Sebuah induktor mempunyai jumlah lilitan primer dan sekunder yang berbanding 1 : 50. Jika induktor menggunakan sumber tegangan aki sebesar 6 Volt dan kumparan sekunder dihubungkan dengan alat listrik yang ber-hambatan 500Ω , hitunglah daya listrik yang timbul pada alat listrik tersebut!
5. Dalam sebuah kumparan tiap detik terjadi perubahan jumlah garis gaya magnet yang dilingkupi sebesar 10^{-2} Weber dan menimbulkan GGL sebesar 2 Volt. Berapa jumlah lilitan kumparan tersebut?

BAB 11

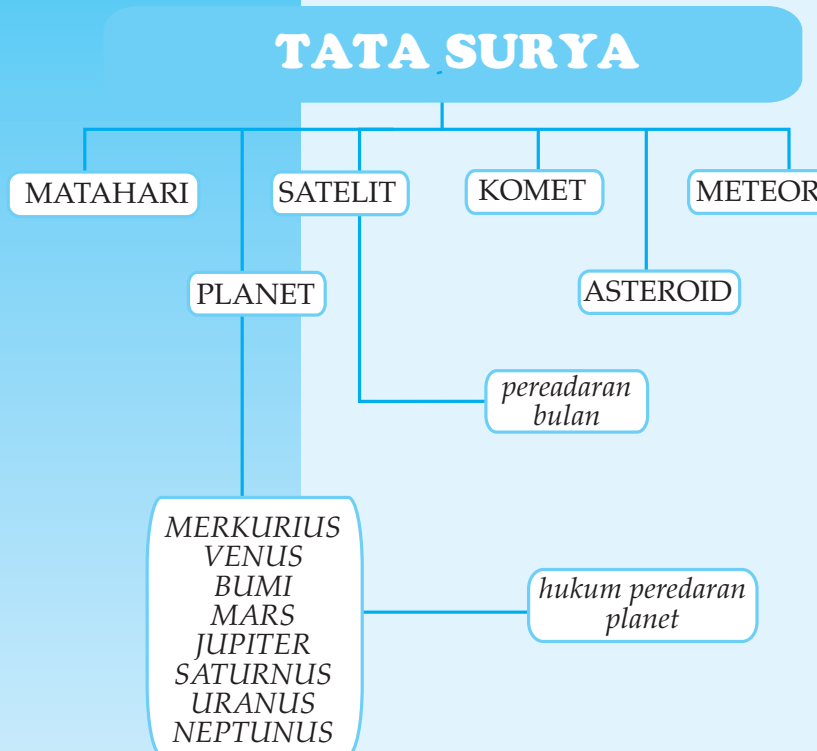
TATA SURYA

Standar Kompetensi:

Memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan karakteristik sistem tata surya.



Jika kalian perhatikan secara saksama, pada siang hari atau pada malam hari, banyak sekali benda-benda angkasa yang dapat diamati. Begitu indah dan menakjubkan benda-benda angkasa tersebut.

Cobalah kalian amati benda-benda angkasa tersebut kemudian jawablah pertanyaan berikut. :

1. Sebutkan nama-nama benda angkasa yang telah kalian ketahui?
2. Apakah bumi yang kita pijak dan tempat kita hidup ini juga termasuk salah satu dari benda-benda angkasa tersebut? Beri penjelasan!
3. Siapakah pencipta dari benda-benda angkasa tersebut?

Pada dasarnya, jagat raya memiliki banyak sistem benda langit tersebut. Tata surya merupakan suatu sistem benda-benda langit di mana matahari sebagai pusat edarnya.

ANGGOTA TATA SURYA

Anggota tata surya adalah matahari, planet, satelit, komet, asteroid dan meteor.

Anggota-anggota tata surya dapat beredar mengelilingi matahari karena gaya gravitasi antara anggota tata surya dengan matahari.

Gaya gravitasi adalah gaya tarik menarik antara dua massa benda yang besarnya berbanding lurus dengan besar massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari pusat massa kedua benda itu.

Konsep gravitasi pertama kali dikemukakan oleh Newton.

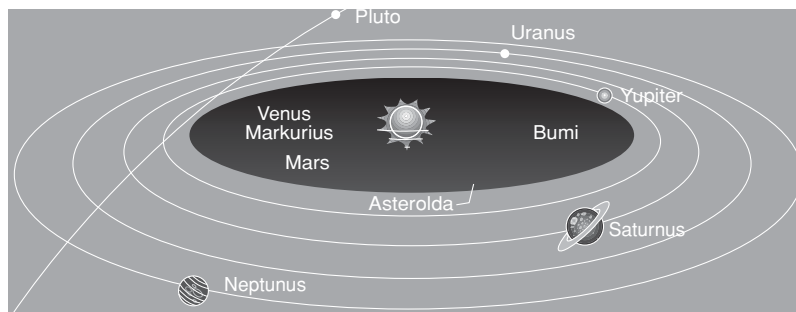
Benda langit yang dapat memancarkan cahaya sendiri disebut bintang.

Dalam tata surya, matahari merupakan satu-satunya bintang, tetapi di dalam jagat raya matahari sebagai salah satu dari bintang.

1. Planet

Planet merupakan benda langit yang tidak memiliki cahaya sendiri dan beredar di antara bintang-bintang. Sampai saat ini dengan bantuan alat penglihatan berupa teropong bintang telah diketemukan 8 planet. Kedelapan planet tersebut mulai dari yang dekat dengan matahari adalah Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus (Mer Ve Bu Ma Ju Sa Ur Ne)

Posisi kedelapan planet tersebut terhadap matahari seperti tampak pada gambar 11.1 berikut.



Gb. 11.1 Peredaran planet-planet mengelilingi matahari

Masing-masing planet tersebut di atas selain berputar mengelilingi matahari juga berputar pada porosnya. Adapun matahari hanya berputar pada porosnya pada suatu tempat tertentu.

Perputaran planet mengelilingi matahari disebut *revolusi* dan waktu yang diperlukan oleh planet untuk satu kali revolusi disebut *kala revolusi*. Perputaran planet pada porosnya disebut *rotasi* dan waktu yang diperlukan oleh setiap planet untuk sekali rotasi disebut *kala rotasi*.

Masing-masing planet dalam tata surya mempunyai keadaan tertentu.

Perhatikan data pada tabel 11.1 berikut!

Tabel 11.1

Data Planet Meliputi

Jarak ; jari-jari ; massa ; massa jenis ; kala rotasi ; kala revolusi

Nama Planet	Jarak Rata-rata dari matahari, (juta km)	Garis Tengah (Ribuan km) bumi)	Massa (kali massa bumi)	Massa jenis (gr/cm ³)	Periode/ Kala rotasi	Periode / Kala revolusi
Merkurius	58	4,9	0,055	5,4	59 hari	88 hari
Venus	108	12,1	0,82	5,25	243 hari	225 hari
Bumi	150	12,7	1,00	5,52	23,9 hari	365 hari
Mars	228	5,8	0,11	3,93	24,6 hari	687 hari
Jupiter	778	143	318	1,33	9,8 hari	11,9 th
Saturnus	1.426	120	95	0,71	10,2 hari	29,5 th
Uranus	3.872	51	15	1,27	10,8 hari	84 th
Neptunus	4.490	50	17	1,70	15,8 hari	164,8 th

* Massa bumi = 6×10^{24} kg

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer: Astronomi dan Ruang angkasa

UJI PEMAHAMAN

Dari data pada tabel 11.1 maka :

1. Planet terkecil adalah
2. Planet terbesar adalah
3. Massa jenis bumi = gr / cm³ = Kg/m³
4. Kala revolusi bumi = hari = tahun
5. Planet mempunyai 2 gerakan yaitu dan

a. Hukum peredaran planet

Sejak dahulu orang telah menyaksikan perubahan-perubahan yang terjadi di langit, seperti terbit dan terbenamnya matahari, bulan, dan bintang.

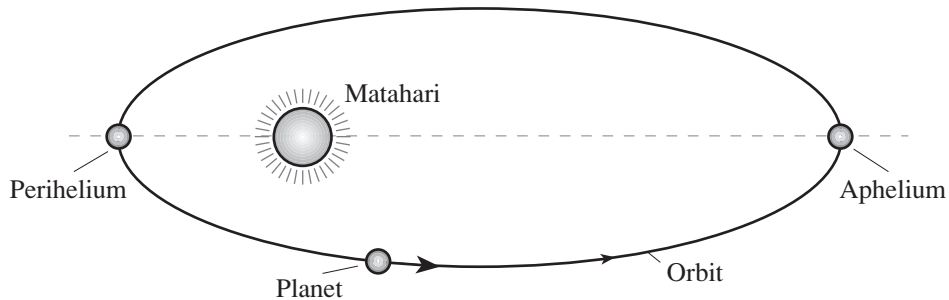
Dengan pola pikir yang dimiliki oleh manusia maka orang ingin tahu apa yang menyebabkan peristiwa itu.

Pada abad ke 2, **Claudius Ptolomeus** berpendapat bahwa bumi merupakan pusat segalanya. Artinya bumi tetap di tempatnya, sedangkan benda-benda langit yang lain beredar mengelilingi bumi. Pendapat itu dikenal dengan *teori geosentris*.

Namun karena perkembangan pola pikir manusia maka pada abad ke-16, **Nicolaus Copernicus** menerangkan bahwa matahari sebagai pusat tata surya. Pendapat ini dikenal sebagai *teori Heliosentris*.

Pendapat Copernicus disempurnakan oleh **Johanes Kepler** pada abad ke-17 dengan tiga hukumnya.

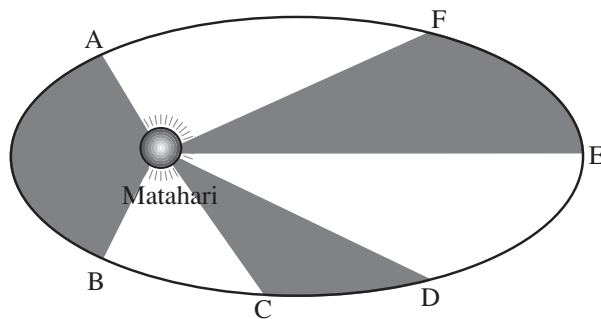
Hk I Kepler "*Lintasan planet selama berevolusi berbentuk elips dan matahari berada pada salah satu titik fokusnya*".



Gambar 11.2 Lintasan planet mengelilingi matahari

Hk. II Kepler "*Selama planet berevolusi mengelilingi matahari, garis hubung planet dan matahari menyapu luas bidang yang sama dalam waktu yang sama*".

Jika lintasan AB, CD dan EF ditempuh dalam waktu yang sama maka luas bidang $AMB = CMD = EMF$.



Gb. 17.3 Kelajuan planet selama berevolusi

Hk. III Kepler "*Kuadrat Kala revolusi planet-planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari matahari*".

Pernyataan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

P_1 = Kala revolusi planet pertama

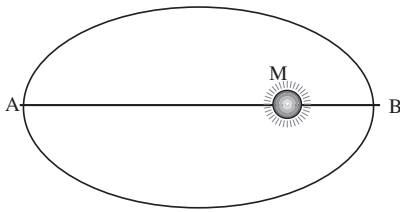
P_2 = Kala revolusi planet kedua

a_1 = Jarak rata-rata matahari dan planet pertama

a_2 = Jarak rata-rata matahari dan planet kedua

UJI PEMAHAMAN

Perhatikan lintasan planet berikut, kemudian jawablah pertanyaannya!



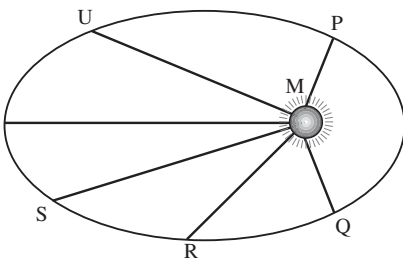
Keterangan

m = Matahari

A dan B = posisi planet selama berevolusi

Dari gambar 1 di samping :

- 1) Disebut apakah titik A?
- 2) Disebut apakah titik B?
- 3) Bagaimanakah jarak planet ke Matahari selama berevolusi?
- 4) Jarak Aphelium adalah ... yang pada gb. 1 di atas ditunjukkan oleh jarak antara titik ... dan
- 5) Jarak Perihelium adalah yang pada gb. 1 di atas ditunjukkan oleh jarak antara titik dan



Keterangan :

M = matahari

P, Q, R, S, T dan U = posisi planet selama berevolusi.

Gb. 2 Lintasan planet selama berevolusi

Dari gambar 2 di atas diperoleh :

- 6) Jika lintasan PQ, RS dan TU ditempuh dalam waktu yang sama maka luas daerah = luas daerah = luas daerah
- 7) Jika lintasan PQ, RS, dan TU ditempuh dalam waktu yang sama maka kelajuan planet selama berada di lintasan PQ kelajuan planet selama berada di lintasan RS kelajuan planet selama berada di lintasan TU (Jawab dengan lebih besar atau lebih kecil).
- 8) Mengapa kelajuan planet selama berevolusi, semakin dekat dengan matahari semakin cepat?

2. Satelit

Satelit adalah benda langit pengiring planet. Sehingga satelit termasuk anggota tata surya. Satelit yang kita bahas ini adalah satelit alam, yakni satelit yang terbentuk secara alami. Terbentuknya bersama-sama dengan proses pembentukan planet. Karena massanya lebih kecil dan berlokasi dalam lingkungan gravitasi planet tertentu, maka satelit itu beredar mengelilingi planet tersebut.

Setiap planet ternyata mempunyai jumlah satelit yang berbeda dan bahkan ada planet yang tidak mempunyai satelit.

Perhatikan data berikut.

Tabel 11.2
Daftar Nama dan Jumlah Satelit dalam Tata Surya

No.	Planet	Nama Satelit	Jumlah Satelit
1.	Merkurius		-
2.	Venus		-
3.	Bumi	Bulan / Luna	1
4.	Mars	Phobos dan Demos	2
5.	Jupiter	Metis, Andraste, Almathea, Thebe, Io, Europa, Ganymede, Calistio, Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Aananke, Carme, Pasiphea, Sinope, dan tiga lagi belum ada namanya.	16
6.	Saturnus	Atlas, 1980 S27, 1980 S26, Eupheme-theus, Janus, Mimas, Enceladus, Tethys, Tlesto, Calypso, Dione, 1980 S5, Rhea, Titan, Heperion, Iapetus, Phoebe, dan satu lagi belum ada namanya.	18
7.	Uranus	Ariel, Umbriel, Titania Oberon, Miranda, dan sepuluh lagi belum bernama.	15
8.	Neptunus	Triton, Nereid, Enam lagi belum diberi nama	8
	Jumlah semua		60

UJI PEMAHAMAN

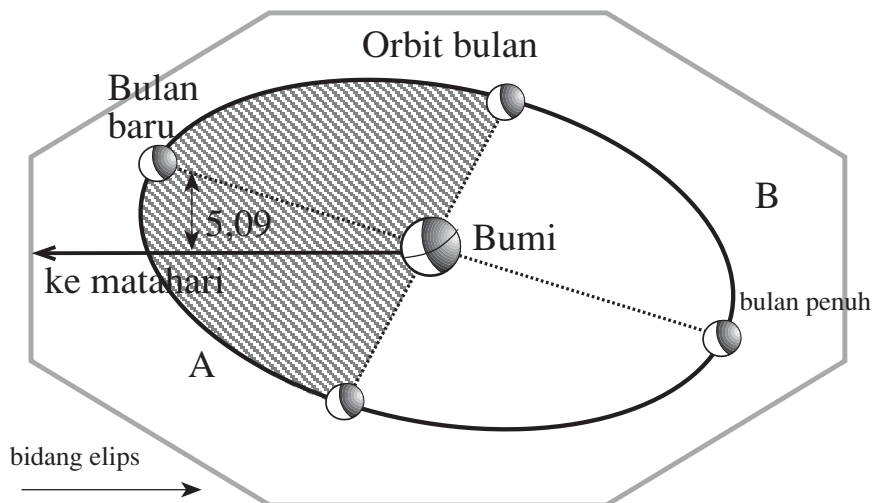
Dari data pada tabel 11.2 di atas maka :

- Apakah nama planet yang mempunyai satelit terbanyak?
- Apakah nama planet yang mempunyai satelit paling sedikit?
- Apakah nama planet yang tidak mempunyai satelit?
- Apakah nama satelit bumi?

a. Peredaran Bulan

Bulan merupakan satelit dari bumi. Hal ini berarti selama bumi berevolusi mengelilingi matahari disertai bulan. Karena pengaruh gravitasi bumi, maka bulan beredar mengelilingi bumi. Selama bulan beredar mengelilingi bumi, bulan juga berputar pada porosnya. Bidang edar bulan membentuk sudut sebesar $5,09^\circ$ dengan bidang edar bumi. Jadi dalam peredaran bulan mengelilingi bumi, bulan itu memotong bidang edar bumi sebanyak dua kali.

Perhatikan gambar 11.4. di bawah ini.



Gb. 11.4. A dan B adalah dua titik potong bidang edar bulan dan bidang edar bumi

Setiap kali bulan memotong bidang edar bumi berarti bumi dan bulan berada pada satu bidang datar. Jika pada waktu itu saatnya bulan purnama maka dapat terjadi gerhana bulan dan jika pada waktu itu saatnya bulan baru maka dapat terjadi gerhana matahari.

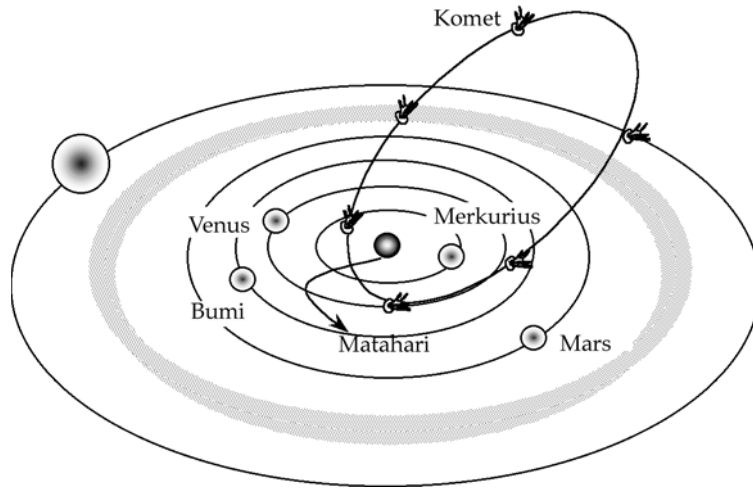
Setiap hari terbit bulan terlambat 52,8 menit dari waktu terbit sebelumnya. Kala rotasi bulan sama dengan kala revolusi bulan mengelilingi bumi, sehingga berakibat permukaan bulan yang menghadap ke suatu tempat di bumi selalu tetap.

UJI PEMAHAMAN

1. Berdasarkan penjelasan di atas, bulan mempunyai tiga gerakan langsung sebutkan!
2. Jika bulan pada senin malam terbit pukul 18.20, maka pada Selasa malam berikutnya bulan terbit pukul, dan pada Kamis malam berikutnya bulan terbit pukul
3. Pada waktu bulan purnama ke bulan purnama berikutnya, jika kita amati dari suatu tempat yang tetap, ternyata rupa bulan yang terlihat tetap. Jelaskan!
4. Mengapa gerhana bulan tidak terjadi pada setiap bulan purnama?
5. Pada saat fase bulan apa, dimungkinkan terjadi gerhana matahari?

3. Komet

Komet adalah benda langit yang mengelilingi matahari dengan lintasan sangat lonjong. Komet disebut juga dengan bintang berekor atau bintang sapu atau bintang kukus.



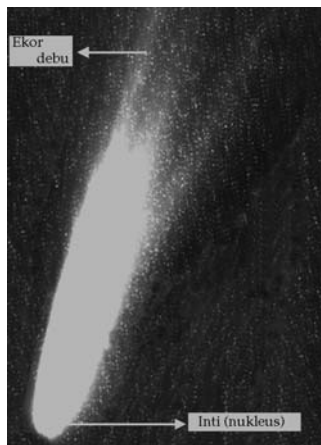
Gb. 11.5 Orbit komet : bentuknya seperti cerutu panjang

Perhatikan terjadinya ekor komet

Secara garis besar komet terdiri atas kepala komet dan ekor komet.

Kepala komet terdiri atas inti komet pada pusatnya dan koma yang membungkus inti. Inti komet terdiri atas segumpal benda padat yang mungkin adalah gumpalan es yang terdiri atas air (H_2O), asam arang (CO_2), amonial (NH_3), metan (CH_4) dan debu.

Ekor komet terdiri atas ekor debu dan ekor gas. Ekor komet dapat terjadi karena adanya tekanan oleh angin matahari. (*Solar Wind*) dan radiasi matahari (*Solar radiation*), sehingga arah ekor komet selalu menjauhi matahari.



A = kepala terdiri atas inti dan koma

B = ekor

Gb. 11.6 Bagan Komet

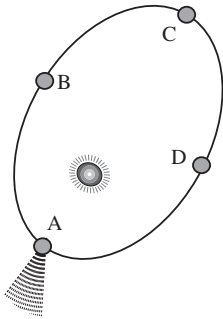
Sumber: jendela Iptek astronomi

Di antara komet-komet yang telah ditemukan, terdapat komet-komet yang dapat dilihat pada waktu-waktu tertentu, yang disebut dengan komet periodik. Contoh beberapa nama komet antara lain : keluarga komet Jupiter, komet Hally, komet Encke, komet Merchouse, komet Ikeya seki, komet Benett dan komet Koheutek.

UJI PEMAHAMAN

a. Mengapa ekor komet arahnya selalu menjauhi matahari?

b. Gambar di samping menggambarkan posisi ekor komet di titik A. Gambarlah posisi ekor komet di posisi titik B, C, dan D



c. Apa beda lintasan planet dan lintasan komet selama bergerak mengelilingi matahari?

d. Berdasar apakah pemberian nama komet?

e. Berapakah periode dari komet Halley?

4. Asteroid

Asteroid disebut juga dengan planetoid, yaitu planet-planet kecil yang sangat banyak dan berada pada orbitnya di antara orbit Mars dan orbit Jupiter. Asteroid ada yang berdiameter kecil, ada pula yang berdiameter besar. Beberapa asteroid yang telah ditemukan antara lain :

- Yuno, garis tengahnya 195 km
- Vesta, garis tengahnya 390 km
- Pallas, garis tengahnya 490 km
- Ceres, garis tengahnya 770 km

5. Meteor

Ruang angkasa memiliki banyak sekali benda padat yang beterbangan tak beraturan. Sebelum benda-benda itu memasuki afmosfer bumi disebut meteoroid. Jika benda itu karena gravitasi bumi memasuki afmosfer bumi maka benda itu disebut meteor. Jika meteor itu dapat sampai di permukaan bumi disebut meteorid. Meteor disebut juga dengan bintang beralih atau bintang jatuh.

UJI PEMAHAMAN

a. Berasal dari manakah meteor itu dimungkinkan?

b. Apa beda antara meteoroid, meteor dan meteorid?

c. Mengapa jarang terjadi meteorid?

d. Mengapa meteor disebut juga dengan bintang beralih?

e. Dampak apa yang dapat terjadi jika terjadi meteorid?



RANGKUMAN

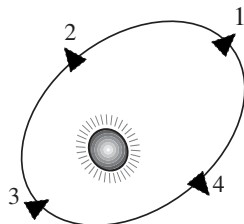
1. Tata surya adalah suatu sistem benda langit di mana matahari sebagai pusat peredaran anggota-anggotanya.
2. Planet adalah benda langit yang tidak memancarkan cahaya sendiri dan bergerak di antara bintang-bintang.
3. Peredaran planet mengelilingi matahari dijelaskan dalam HK. I. II.III Keppler
4. Satelit adalah benda langit pengiring planet.
5. Komet adalah bintang berekor yang mengelilingi matahari dengan lintasan sangat lonjong dengan ekor yang selalu menjauhi matahari.
6. Asteroid adalah planet-planet kecil dengan jumlah yang sangat banyak dan beredar di antara lintasan Mars dan Jupiter.
7. Meteor adalah benda langit yang memasuki atmosfer bumi dan terbakar di atmosfer sehingga seperti bintang jatuh.

I. Pilih satu jawaban yang paling benar!

1. Pusat tata surya kita adalah
 - a. Bima sakti
 - b. Bumi
 - c. Alpha senturi
 - d. Matahari
2. Yang kita sebut sebagai bintang sore dan bintang pagi adalah
 - a. planet Venus
 - b. planet Merkurius
 - c. bintang Antres
 - d. bintang Alpha centuri
3. Ekliptika adalah bidang edar dari
 - a. Bulan
 - b. Asteroid
 - c. Bumi
 - d. Planet - planet
4. Kala rotasi bumi ditetapkan sebagai
 - a. satuan hari
 - b. satuan bulan
 - c. satuan tahun
 - d. satuan abad
5. Satu tahun masehi sama dengan
 - a. kala revolusi bulan terhadap bumi
 - b. kala rotasi bulan
 - c. kala rotasi bumi
 - d. kala revolusi bumi terhadap matahari
6. Perhatikan nama-nama benda langit berikut.
 - (1) Helley
 - (2) Bennet
 - (3) Antares
 - (4) Kohotek
 Dari nama-nama di atas yang termasuk komet adalah

- a. 1, 2, 3
- b. 1, 2
- c. 3, 4
- d. 1

7.



Gambar di atas adalah peredaran komet mengelilingi matahari. Gambar keadaan komet yang tidak benar ditunjukkan oleh gambar

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4

8. Yang disebut dengan bintang berekor adalah
 - a. satelit
 - b. meteor
 - c. asteroid
 - d. Neils Amstrong
9. Yang mempunyai pendapat bahwa bumi sebagai pusat tata surya adalah
 - a. C. Ptolomeous
 - b. Keppler
 - c. N. Copernicus
 - d. Neils Amstrong
10. Jarak terdekat planet dengan matahari selama berevolusi disebut jarak
 - a. aphelium
 - b. fokus
 - c. rata-rata
 - d. umbra
11. Kelajuan planet terbesar selama berevolusi pada saat berada di titik
 - a. aphelium
 - b. fokus
 - c. perihelium
 - d. umbra

12. Lintasan planet selama berevolusi berbentuk elips dan matahari berada pada salah satu titik fokusnya. Pernyataan tersebut adalah hukum
 - a. Keppler I
 - b. Keppler II
 - c. Keppler III
 - d. Keppler IV
13. Gugusan planet-planet kecil yang mengelilingi matahari disebut
 - a. satelit
 - b. meteorid
 - c. asteroid
 - d. komet
14. Waktu yang diperlukan planet untuk satu kali mengelilingi matahari disebut
 - a. kala rotasi
 - b. rotasi
 - c. kala revolusi
 - d. revolusi
15. Benda langit yang bergerak mengelilingi matahari di antara bintang-bintang dan tidak mempunyai cahaya sendiri disebut
 - a. komet
 - b. meteor
 - c. satelit
 - d. planet

II. Kerjakan soal di bawah ini!

1. Mengapa jarak planet ke matahari, selama planet berevolusi mengelilingi matahari tidak selalu sama?
2. Berdasarkan apakah manusia berpendapat tentang geosentris?
3. Mengapa kelajuan planet semakin dekat dengan matahari semakin cepat?
4. Mengapa tidak setiap bulan purnama dapat terjadi gerhana bulan?
5. Apakah beda revolusi dan kala revolusi planet?

BAB 12

MATAHARI DAN BUMI

Standar Kompetensi:

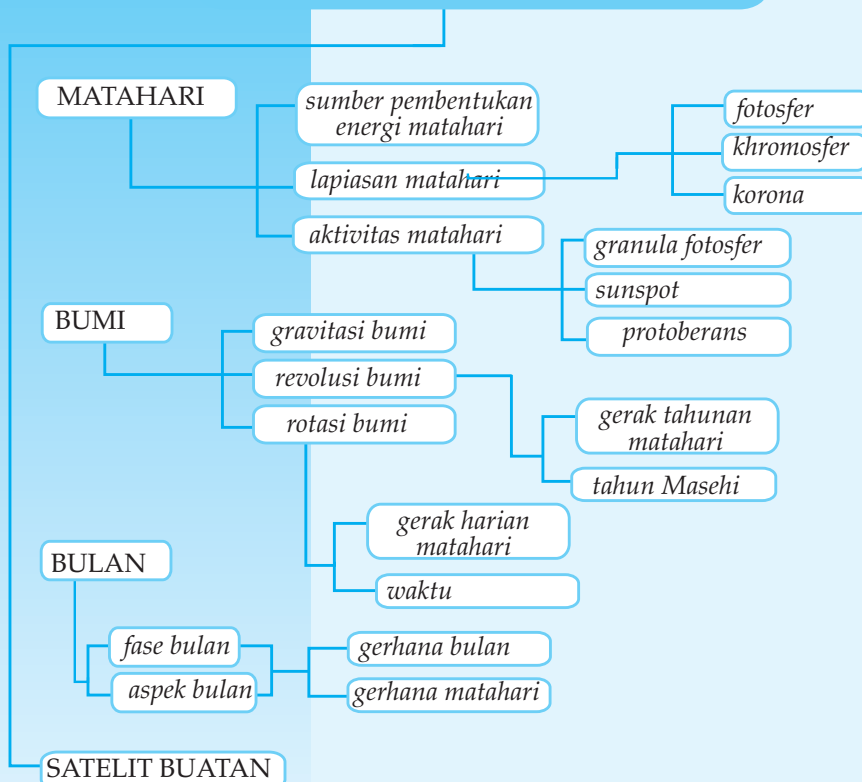
Memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan matahari sebagai bintang dan bumi sebagai salah satu planet.

Mendeskripsikan gerak edar bumi, bulan, dan satelit buatan serta pengaruh interaksinya.

MATAHARI DAN BUMI



Kalian tentu telah mengenal beberapa nama zodiak bintang, antara lain : Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Sagitarius, Capricornus, Aquarius dan Pisces. Adapun nama-nama zodiak tersebut terkait dengan tanggal kelahiran kalian. Coba kalian termasuk pada zodiak apa?

Pada dasarnya zodiak bintang tersebut hanyalah merupakan sekelompok bintang-bintang yang ada di langit. Kelompok bintang yang jumlahnya tak terhingga disebut *galaksi*. Tata surya termasuk dalam galaksi bima sakti. Jagat raya mempunyai banyak galaksi. Beberapa nama galaksi dalam jagat raya antara lain: galaksi Bima sakti, Magellan, Andromeda, Blue Pinwhell, dan Ursa Mayor.

Ukuran masing-masing galaksi sangatlah luas. Dengan demikian ukuran jagat raya amatlah luas sekali. Kiranya hanya Tuhan YME yang mengetahui.

Dari uraian di atas jelaslah bahwa matahari hanyalah sebagai salah satu bintang di jagat raya atau salah satu bintang dalam galaksi Bima sakti.

Nama-nama bintang di langit antara lain: Matahari, Arcturus, Aldebaran, Beteljusa, Antares dan lain-lain. Jika dilihat dari bumi matahari tampak paling besar di antara bintang-bintang yang lain. Pada dasarnya matahari hanyalah sebuah bintang yang berukuran sedang. Perhatikan perbandingan besarnya terhadap bintang yang lain di bawah ini.



Gambar 12:1 Matahari dibandingkan dengan Beteljusa dan Antares

Ukuran jarak antar benda-benda angkasa biasanya menggunakan ukuran astronomi, tahun cahaya atau parsek, di mana :

- 1 astronomi = 150 juta km
- 1 tahun cahaya = 10^{13} km
- 1 parsek = 3,25 tahun cahaya

UJI PEMAHAMAN

1. Mengapa matahari tampak paling besar di antara bintang-bintang yang lain jika dilihat dari bumi?
2. Dengan cara bagaimana manusia dapat mengetahui adanya bintang-bintang yang lain berada di langit?
3. Benarkah zodiak bintang itu membentuk bentuk-bentuk tertentu, seperti zodiak scorpio membentuk kalajengking, libra membentuk bentuk timbang dan lain-lain? Beri penjelasan!

A. MATAHARI

Matahari pada dasarnya merupakan sebuah bola gas yang berpijar dan merupakan dapur raksasa tempat proses ledakan nuklir yang sangat dahsyat. Keadaan matahari antara lain :

- jari-jari = $7 \cdot 10^5$ km
- massa = $1.99 \cdot 10^{30}$ kg
- suhu di permukaan = 6.000°C
- suhu di inti = 15 Juta kelvin
- warna matahari = kuning

1. Sumber pembentukan energi matahari

Telah dijelaskan bahwa matahari merupakan dapur raksasa tempat proses ledakan nuklir yang sangat dahsyat. Dari hasil ledakan nuklir tersebut timbul panas yang tinggi yang kemudian dipancarkan ke segala arah dan sebagian sampai di permukaan bumi. Energi panas matahari yang sampai di permukaan bumi merupakan sumber energi utama bagi kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi.

Dari manakah sumber energi matahari tersebut?

Bahan penyusun matahari adalah 70% hidrogen, 25% helium dan 5% gas yang lain.

Di dalam inti matahari terjadi ledakan inti hidrogen menjadi helium disertai pelepasan energi panas. Terjadinya ledakan inti hidrogen karena proses penggabungan (reaksi fusi) antara atom-atom hidrogen menjadi atom helium dan beberapa partikel elementer disertai pelepasan energi panas dengan proses sebagai berikut :



Bagaimana cara menghitung besarnya energi?

Menurut **Albert Einstein** terdapat kesetaraan antara massa dan energi (massa zat dapat diubah menjadi energi) yang dinyatakan dengan persamaan:

$$E = m \cdot C^2$$

E = Energi yang didapat dari pengubahan massa zat (dalam joule)

m = Massa zat yang diubah menjadi energi (dalam kg)

C = Cepat rambat cahaya dalam ruang hampa udara ($3 \cdot 10^8$ m/s)

Dalam reaksi fusi yang terjadi di dalam matahari terjadi penyusutan massa.

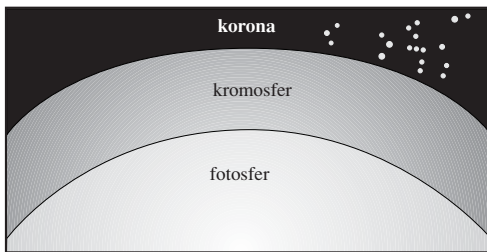
UJI PEMAHAMAN

1. Andaikan saja di dalam matahari setiap detik terjadi penyusutan massa sebesar 1 gram pada reaksi fusi tersebut. Maka energi panas yang dihasilkan oleh matahari setiap detik = joule.
2. Dari penjelasan di atas pada dasarnya di dalam matahari terjadi penyusutan massa. Apa yang dapat kalian perkirakan secara perhitungan tentang massa matahari dan apa dampak bagi kehidupan di bumi?
3. Apakah yang dimaksud bahwa sumber panas matahari di permukaan bumi sebagai sumber kehidupan bagi makhluk di bumi?

2. Lapisan - lapisan matahari

Matahari merupakan bola gas yang berpijar secara garis besar terdiri atas inti matahari dan lapisan kulit. Lapisan kulit matahari terdiri atas beberapa lapisan antara lain :

- 1) *Fotosfer*, yaitu lapisan permukaan matahari yang memancarkan cahaya putih mentah sangat pijar dan menyilaukan mata. Fotosfer dapat dilihat setiap hari, disebut juga lapisan cahaya.
- 2) *Khromosfer*, yaitu lapisan gas yang tebal dan mengelilingi fotosfer dan disebut atmosfer matahari.
- 3)



Korona, yaitu lapisan matahari yang paling luar dan bentuknya selalu berubah-ubah. Kadang-kadang bulat, bulat telur atau seperti mahkota. Korona dapat dilihat dengan jelas pada saat terjadi gerhana matahari total karena cahaya yang menyilaukan mata tertutup oleh bulan.

Gambar 12.2 Bagian-bagian matahari.
Bagian luar jauh lebih tipis daripada bagian dalamnya

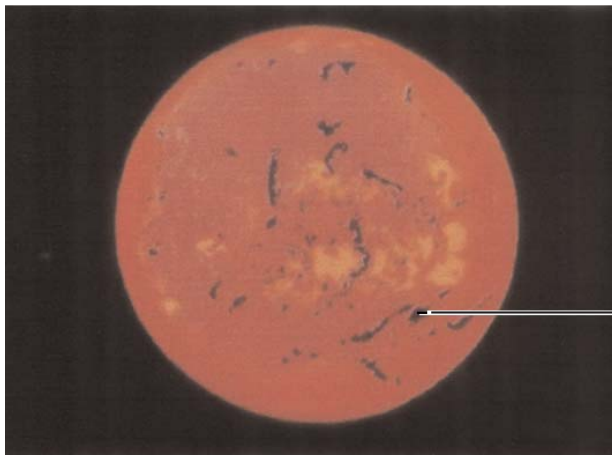
3. Aktivitas matahari

Matahari merupakan bola gas yang berpijar, di mana suhu pada inti matahari jauh lebih tinggi dari suhu pada permukaan matahari. Dengan demikian pada matahari terjadi aliran gas panas dari inti matahari dan terjadilah aktivitas dalam matahari.

Aktivitas matahari tersebut dapat berupa hal-hal sebagai berikut.

- 1) Gumpalan-gumpalan fotosfera (*Granula fotosfer*)

Karena adanya energi yang berasal dari inti matahari, maka pada fotosfera terjadi aliran gas panas sehingga kelihatan tidak licin, tetapi bergumpal-gumpal.



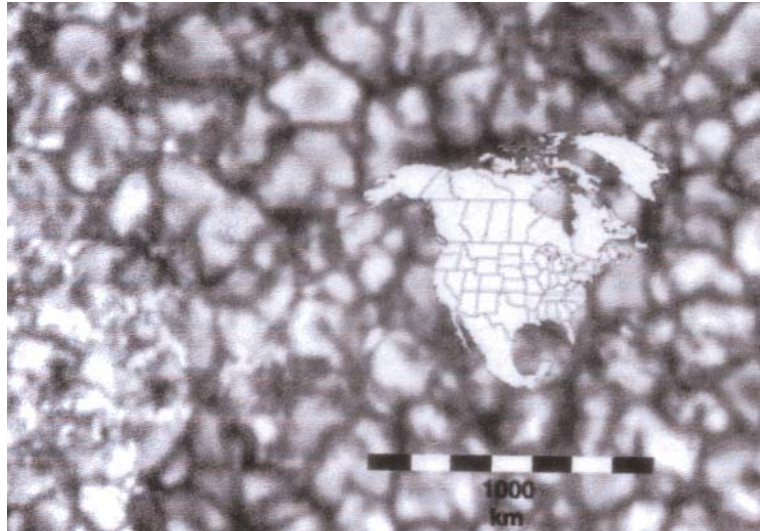
Daerah gelap pada fotosfer adalah bintik-bintik matahari

sumber: Encarta Premium 2007

Gambar 12.3 Gumpalan-gumpalan fotosfera

2) Bintik-bintik matahari atau noda-noda matahari (*Sunspot*)

Bintik-bintik atau noda-noda matahari terjadi akibat terhalangnya gas panas dari dalam tubuh matahari. Akibat adanya gangguan itu, temperatur menurun menjadi sekitar 1500°C. Karena temperatur yang jauh lebih rendah dari temperatur sekelilingnya maka tampak gelap. Bagian yang gelap ini membentuk bintik-bintik matahari atau noda-noda matahari. Bintik-bintik matahari ini berdiameter antara 800 - 80.000 km atau lebih.



sumber: www.wikipedia.org

Gambar 12.4 Bintik-bintik matahari

3) Lidah api (*Protoberans*)

Lidah api adalah kepulan-kepulan gas yang terwujud seperti nyala api yang memancar-mancar sangat terang dari permukaan matahari. Sebenarnya lidah api merupakan massa gas yang memijar dan membumbung tinggi sampai ribuan kilometer. Kecepatan menjulurnya mencapai ratusan kilometer per detik.

Lidah api terdiri atas bahan-bahan elektron dan proton yang berasal dari atom hidrogen. Sebagian dari proton dan elektron itu dapat sampai ke permukaan bumi setelah 12 - 26 jam, namun pancarannya dapat sampai ke permukaan bumi hanya dalam waktu 8 -10 menit. Elektron dan proton sebelum sampai ke permukaan bumi tertahan oleh sabuk *Van Allen*, yaitu kumpulan partikel bermuatan yang terkurung oleh medan magnetik bumi. Kerapatannya yang besar menyebabkan daerah ini berbahaya bagi perjalanan pesawat angkasa.

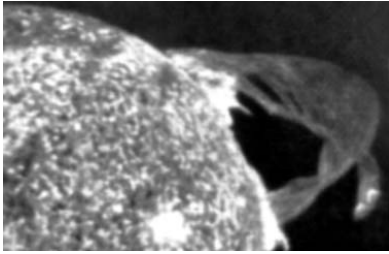
Karena gerak proton dan elektron tertahan maka kecepatannya berkurang. Pada saat itu terjadi tumbukan antara proton dan elektron dengan atom-atom oksigen dan nitrogen yang berada pada lapisan atas atmosfer. Hasil tumbukan tersebut berefek timbulnya gejala yang berupa cahaya di langit yang disebut *Aurora*.

Aurora dapat dilihat oleh orang-orang di dekat daerah kutub.

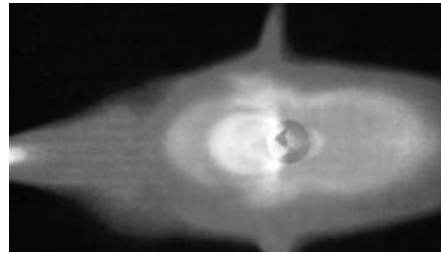
Aurora dibedakan menjadi dua, yaitu :

- Aurora Borealis*, berada di belahan bumi utara.
- Aurora Australis*, berada di belahan bumi selatan.

Aktivitas-aktivitas matahari tersebut disebut juga gangguan-gangguan pada matahari. Beberapa gangguan pada permukaan matahari dibarengi oleh pemancaran gelombang radio yang menjadi kuat.



sumber: Astronomi dan Pengetahuan Ruang Angkasa
Gambar 12.5 Lidah api (protoberans)

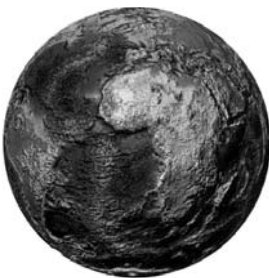


sumber: Astronomi dan Pengetahuan Ruang Angkasa
Gambar 12.6 Sabuk radiasi Van Allen



sumber: Astronomi dan Pengetahuan Ruang Angkasa
Gambar 12.7 Aurora

B. BUMI



sumber: Jendela Iptek Astronomi
Gambar 12.8 Bumi

Bumi merupakan salah satu planet dalam tata surya. Pandangan orang pertama kali terhadap bentuk bumi, bagaikan hamparan tanah yang begitu luasnya. Namun dari beberapa gejala alam yang dapat dilihat maka pandangan orang terhadap bentuk bumi menjadi berubah. Bentuk bumi tidak lagi sebagai hamparan tanah yang luas, tetapi bentuk bumi adalah bulat. Apalagi setelah diadakan pemotretan dari angkasa ternyata bentuk bumi memang bulat.

Coba cari gejala alam yang dapat kalian amati, yang menunjukkan bukti bahwa bumi terbentuk bulat!

1. Gravitasi Bumi

Di depan telah dijelaskan bahwa anggota tata surya dapat berputar mengelilingi matahari karena adanya gaya gravitasi. Berdasar hukum gravitasi umum dari newton, bahwa antara dua buah massa saling terjadi gaya gravitasi, yang berarti bahwa setiap massa benda mempunyai daerah gaya gravitasi. Bumi adalah benda bermassa maka bumipun mempunyai daerah gaya gravitasi terhadap benda-benda lain yang berada di sekitarnya.

Fungsi gaya gravitasi bumi antara lain:

- 1) untuk mengatur gerakan benda-benda yang berdekatan dengan bumi.
- 2) memberi berat pada setiap benda yang berada dalam medan gravitasi bumi.

UJI PEMAHAMAN

1. Jika menjatuhkan benda di sekitar permukaan bumi, maka benda tersebut jatuh ke permukaan bumi. Mengapa?
2. Mengapa berat sebuah benda pada tempat-tempat yang berbeda nilainya berbeda, sedangkan massa benda tersebut tetap?
3. Mengapa bulan bergerak mengelilingi bumi, walaupun pada bulan selain bekerja gaya gravitasi bumi juga bekerja gaya gravitasi matahari?

2. Revolusi Bumi

Perhatikan baik-baik posisi matahari dari suatu tempat dalam waktu satu tahun. Tentu jika kamu amati secara cermat, suatu saat posisi matahari berada di sebelah utara, suatu saat di atas kamu dan pada suatu saat berada di sebelah selatan. Padahal matahari hanya berotasi pada suatu tempat tertentu. Untuk lebih jelasnya lakukan kegiatan berikut.

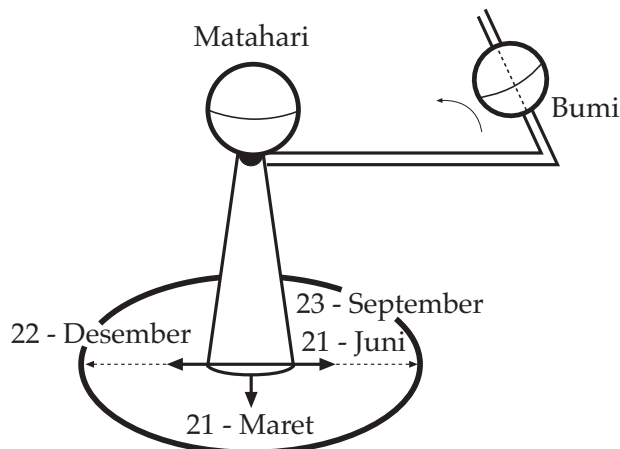
Kegiatan 12.1 Revolusi Bumi

Tujuan : Mengamati posisi bumi selama berevolusi mengelilingi matahari.

Alat/Bahan : Model Revolusi Bumi.

Langkah-langkah kerja :

1. Aturlah model revolusi bumi sedemikian sehingga pada tanggal 21 Juni bagian kutub utara bumi yang dekat dengan matahari!
2. Putarlah posisi bumi mengelilingi matahari dengan arah putar searah jarum jam
3. Amati dan catatlah bagian dari bumi yang dekat dengan matahari setiap penempatan putaran. Masukkan data hasil pengamatan pada tabel berikut.

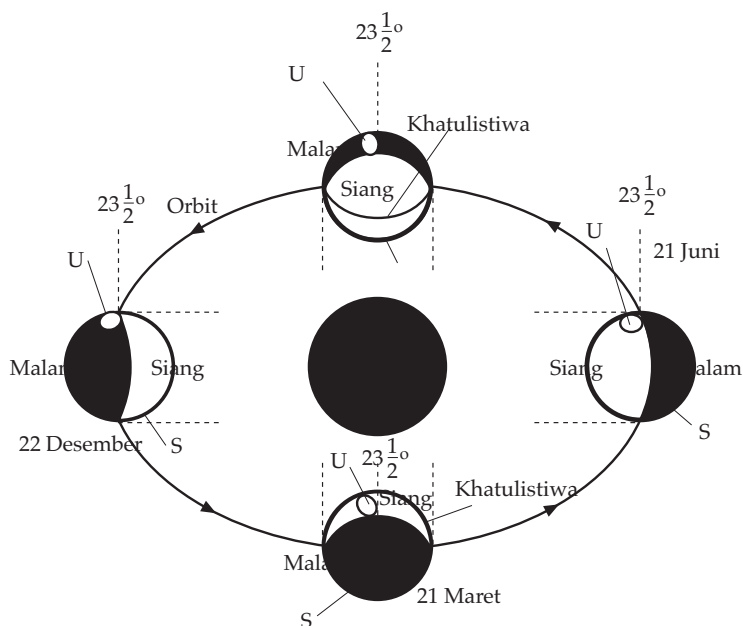


No.	Tanggal	Penempatan ke-	Bagian bumi yang dekat dengan matahari
1.	21 Juni	0	.....
2.	23 September	1	.....
3.	22 Desember	2	.....
4.	21 Maret	3	.....

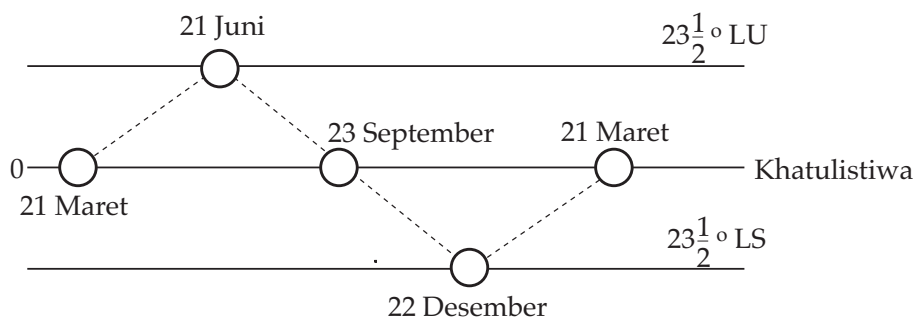
Kesimpulan:

Apa yang dapat anda simpulkan dari kegiatan di atas?

Perhatikan gambar berikut!



Gb. 12.9 Empat tempat bumi pada orbitnya saat mengelilingi matahari



Gb. 12.10 Gerak semu tahunan matahari akibat revolusi bumi

Berdasarkan keterangan dan kesimpulan yang kamu dapatkan di atas, kemiringan sumbu bumi $23,5^\circ$ terhadap garis tegak lurus ekliptika membawa akibat sebagai berikut.

- 1) Terjadinya pergantian musim pada belahan bumi utara atau belahan bumi selatan (musim semi, panas, gugur dan dingin)
- 2) Terjadinya perubahan lamanya waktu siang dan malam di belahan bumi utara dan belahan bumi selatan.
- 3) Terlihatnya rasi bintang berbeda dari bulan ke bulan.

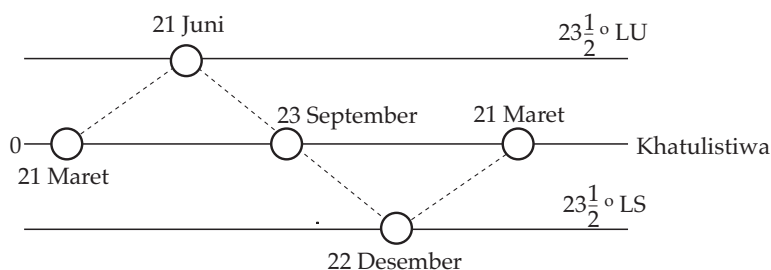


Kegiatan 12.2

Perubahan musim dan perubahan lamanya waktu di belahan bumi utara dan belahan bumi selatan

1. Menentukan musim pada belahan bumi selatan dan belahan bumi utara.
2. Menentukan lamanya waktu siang dan malam pada belahan bumi utara dan belahan bumi selatan.

Alat / Bahan : Bagan gerak semu tahunan matahari.



Keterangan :

- 1) Belahan bumi yang didatangi matahari mengalami musim semi dan belahan bumi yang lain musim gugur.
Belahan bumi tempat matahari berbalik mengalami musim panas dan belahan bumi yang lain musim dingin.
- 2) Belahan bumi tempat matahari seakan beredar mengalami siang lebih panjang dari malam dan belahan bumi yang lain mengalami malam lebih panjang dari siang.

Diskusi

Dengan memperhatikan bagan di atas beserta keterangannya diperoleh:

- 1) Antara 21 Maret-21 Juni : BBU musim
: BBS musim
- 2) Antara 21 Juni-23 September : BBU musim
: BBS musim

- | | |
|---------------------------------|--|
| 3) Antara 21 Maret-23 September | : BBU siang malam
(lebih lama/lebih pendek) |
| | : BBS siang malam
(lebih lama/lebih pendek) |
| 4) Antara 23 September-22 Des | : BBU musim |
| | : BBS musim |
| 5) Antara 22 Desember-21 Maret | : BBU musim |
| | : BBS musim |
| 6) Antara 21 Maret-23 September | : BBU siang malam
(lebih lama/lebih pendek) |
| | : BBS siang malam
(lebih lama/lebih pendek) |

Catatan :

BBU = belahan bumi utara

BBS = belahan bumi selatan

3. Rotasi Bumi

Rotasi bumi adalah peristiwa perputaran bumi pada sumbu bumi. Arah rotasi bumi dari arah barat ke timur atau jika dilihat dari kutub utara bumi berlawanan dengan arah putar jarum jam.

Akibat dari rotasi bumi antara lain :

- 1) terjadi gerak semu harian matahari
- 2) terjadi perbedaan waktu pada perbedaan garis bujur.
- 3) terjadi perubahan siang dan malam
- 4) terjadinya pembelokan arah angin.
- 5) bentuk bumi menjadi bulat pepat pada kutub-kutubnya dan menggembung pada katulistiwa.

Uji Pemahaman

- 1) Apa yang dimaksud dengan gerak semu harian matahari?
- 2) Setiap perbedaan 1° bujur berbeda waktu 4 menit. Jika terjadi perbedaan bujur 15° bujur berbeda waktu jam.
- 3) Sebagai batas waktu internasional ditetapkan pada bujur 0°, yaitu garis bujur yang melewati kota Greenwich sehingga disebut dengan waktu GMT (Greenwich Mean Time).

Negara Indonesia terbentang dari 95° BT sampai 141° BT, yang terbagi dalam 3 daerah waktu, yaitu WIB, WITA, dan WIT, maka :

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| a) WIB = GMT + jam | c) WIT = GMT + jam |
| b) WITA = GMT + jam | |

- 4) Waktu tempuh sebuah pesawat terbang dari Balikpapan ke Surabaya adalah 2 jam. Jika pesawat berangkat dari Balikpapan pukul 10.00 WITA maka sampai di Surabaya pukul WIB dan jika pesawat berangkat dari Surabaya pukul 11.30 WIB maka sampai di Balikpapan pukul WITA.
- 5) Kota A, B dan C berturut-turut terletak pada 30° BB, 30° BT dan 40° BT. Jika pada suatu saat di kota B menunjukkan hari Senin pk. 23.45 maka saat itu di kota A menunjukkan hari pk. dan di kota C menunjukkan hari pk

4. Tahun Masehi

Kalender masehi disebut juga dengan kalender surya.

Kalender surya dihitung berdasarkan kala revolusi bumi terhadap matahari.
Umur 1 tahun masehi :

- Menurut orang Yunani 1 tahun = 365,25 hari.
- Menurut Yulius Caesar 1 tahun basitah = 365 hari
 1 tahun kabisat = 366 hari
Tahun kabisat adalah tahun yang habis dibagi 4 (pada bulan Februari berumur 29 hari)
- Menurut Paus Gregorius 1 tahun basitah = 365 hari
 1 tahun kabisat = 366 hari
tahun kabisat adalah tahun yang habis dibagi 4 dan tahun abad pergantian yang habis dibagi 400.

UJI PEMAHAMAN

- 1) Berdasar data kala revolusi bumi dan perhitungan umur tahun masehi maka dikatakan bahwa kala revolusi bumi digunakan sebagai satu satuan tahun masehi. Apa arti pernyataan tersebut?
- 2) Berdasarkan data kala rotasi bumi dan waktu yang diperlukan dalam 1 hari maka dikatakan kala rotasi bumi digunakan sebagai satu satuan hari. Apa arti pernyataan tersebut?
- 3) Apa beda penentuan tahun kabisat dari Yulius Caesar dan Paus Gregorius?

C. BULAN

Bulan merupakan satelit dari bumi

1. Keadaan Bulan

- a. Garis tengah bulan = $\frac{1}{4}$ garis tengah bumi
- b. Massa bulan = $\frac{1}{8}$ massa bumi
- c. Gravitasi bulan = $\frac{1}{6}$ gravitasi bumi
- d. Bulan tidak beratmosfer, sehingga berakibat :
 - 1) langit bulan berwarna hitam,
 - 2) bunyi tidak dapat merambat di bulan,

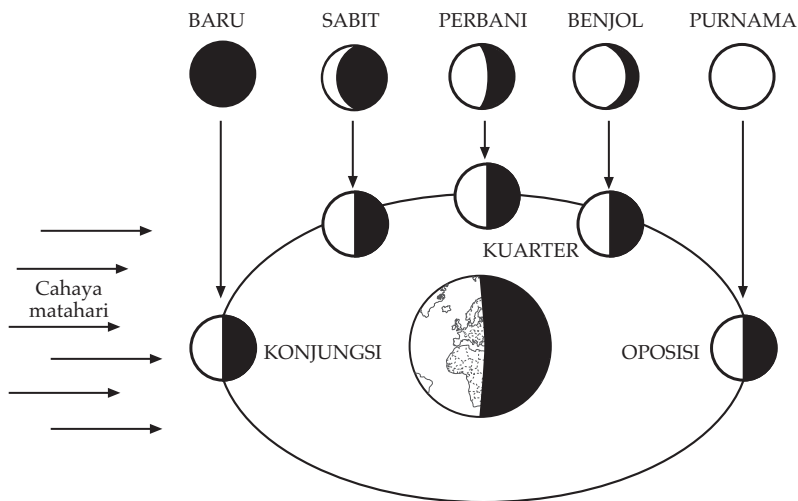
- 3) perbedaan suhu pada siang hari dan malam hari sangat mencolok,
- 4) tidak ada siklus air, serta
- 5) banyak hujan meteor.

2. Fase dan aspek bulan

Bidang edar bulan mengelilingi bumi membentuk sudut 5° terhadap ekliptika. Bulan selain berotasi pada porosnya juga berevolusi terhadap bumi, sehingga bentuk permukaan bulan yang terlihat dari bumi dari hari ke hari tampak berbeda. Bentuk permukaan bulan yang tampak dari bumi disebut juga dengan fase bulan. Fase bulan dapat terjadi akibat dari bagian bulan yang dikenai cahaya matahari berubah dengan teratur. Perubahan bentuk semu bulan itu berlangsung dalam periode satu bulan sinodik atau 29,5 hari. Fase bulan ini sejalan dengan aspek bulan, yaitu kedudukan bulan terhadap matahari dilihat dari bumi. Aspek bulan yang mudah dilihat yaitu hal-hal berikut.

a. Konjungsi

Konjungsi yaitu kedudukan bulan searah dengan matahari. Pada saat itu bagian bulan yang menghadap ke bumi ialah bagian yang sedang malam (gelap), sehingga kita tidak akan melihat bulan bercahaya, apalagi kedudukan bulan bersama-sama dengan matahari, sehingga langit terlalu terang bagi kita untuk dapat melihat benda langit yang tidak mempunyai cahaya sendiri itu. Dalam keadaan tertentu, pada aspek konjungsi ini akan terjadi gerhana matahari.



Gambar. 12.11 Aspek Bulan dalam hubungannya dengan Fase bulan

b. Oposisi

Oposisi yaitu kedudukan bulan berlawanan arah dengan matahari dilihat dari bumi. Ingat akan oposisi planet superior. Pada saat itulah bulan tampak sebagai bulan purnama, bulan terbit bersamaan dengan saat matahari terbenam dan terbenam pada waktu matahari terbit. Dalam keadaan tertentu pada aspek oposisi dapat terjadi gerhana bulan.

c. *Kuarter*

Kuarter yaitu pada saat bulan menempati kedudukan tegak lurus terhadap garis penghubung bumi matahari. Pada aspek kuartir bulan memperlihatkan fase perbani. Waktu itu hanya setengah bulan yang terang. Terjadi dua kali kuartir bulan dalam sebulan, yang pertama ketika bulan bertambah besar, dinamakan kuartir pertama. Kuartir yang kedua ketika bulan bertambah kecil, enam hari setelah purnama, disebut kuartir akhir.

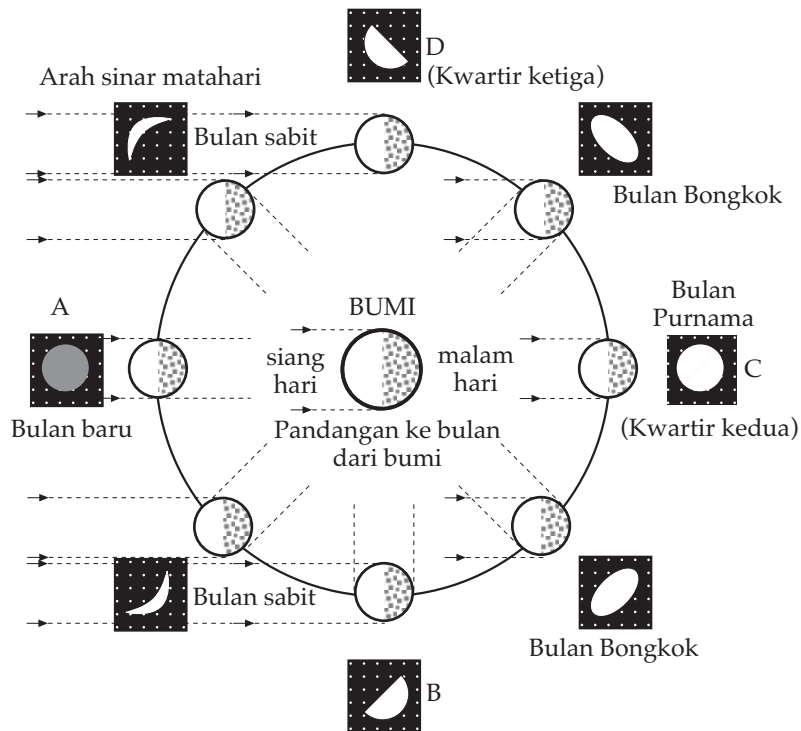
Beda antara kuartir pertama dengan kuartir akhir ialah tempat bagian yang terang. Pada kuartir pertama, bagian bulan yang terang ada di sebelah barat, sedang pada kuartir akhir sebaliknya.

d. *Fase Bulan Sabit (Crecent) dan Benjol (Gibbous)*

Dengan demikian, dalam satu bulan sinodik, berlangsung pergantian fase bulan sebagai berikut :

Bulan baru → sabit → perbani awal → benjol → purnama → benjol → perbani akhir → sabit → bulan baru lagi.

Seperti terlihat di bawah ini



Gb. 12.12 Fase dan bentuk bulan

Catatan : Bulan benjol = bulan bongkok

3. Gerhana

Bulan dan bumi merupakan benda yang tidak tembus cahaya, sehingga jika kita menyorotkan cahaya ke benda tak tembus cahaya maka di belakang benda tersebut terdapat dua bayang-bayang, yaitu bayang-bayang gelap dan bayang-bayang kabur.

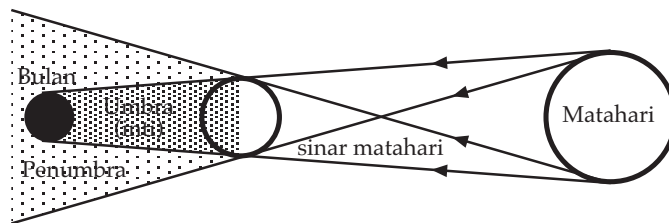
Bayang-bayang gelap disebut juga dengan umbra dan bayang-bayang kabur disebut juga dengan penumbra.

Jika aspek bulan pada posisi konjungsi di mana matahari, bulan dan bumi terletak pada satu bidang datar maka terjadi gerhana matahari.

Jika aspek bulan pada posisi oposisi di mana matahari, bumi, dan bulan terletak pada suatu bidang datar maka terjadi gerhana bulan.

UJI PEMAHAMAN

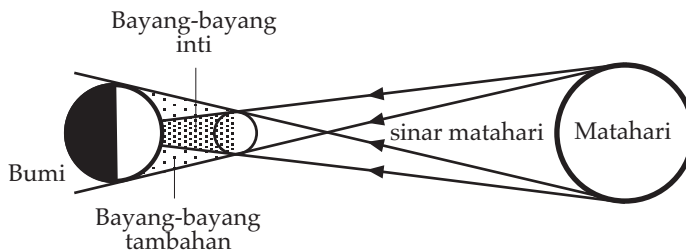
1. Gambar berikut menggambarkan terjadinya gerhana bulan



Pada waktu gerhana bulan, bulan memasuki bayangan inti bumi

Berdasarkan gambar di atas maka :

- Syarat terjadinya gerhana bulan
 -
 -
 - Gerhana bulan dapat terjadi pada fase bulan
 - Gerhana bulan dapat dilihat oleh orang di bumi secara bersama-sama. Mengapa demikian?
2. Gambar berikut menggambarkan terjadinya gerhana matahari.



Pada saat gerhana matahari, bayangan bulan jatuh ke sebagian kecil permukaan bumi

Berdasarkan gambar tersebut maka:

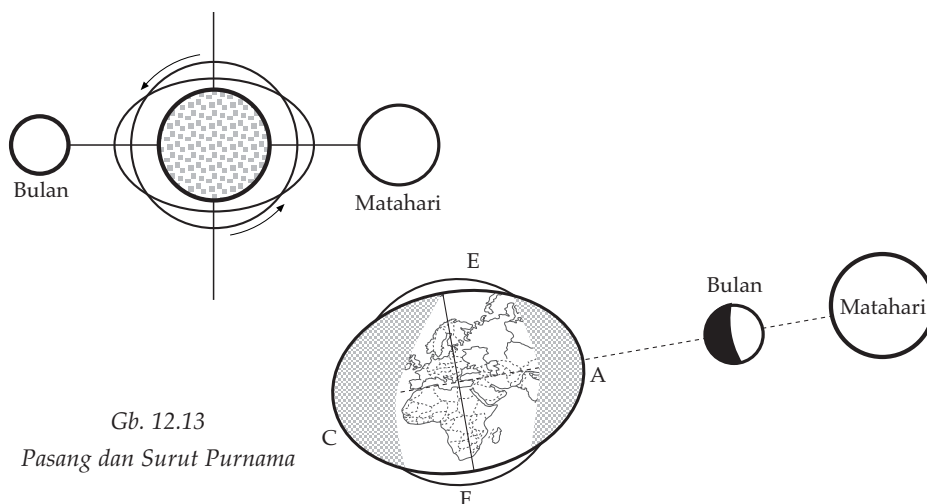
- Syarat terjadinya gerhana matahari
 -
 -

- b) Gerhana matahari terjadi pada saat fase bulan
- c) Mengapa gerhana matahari total tidak dapat dilihat orang bumi secara bersama-sama?

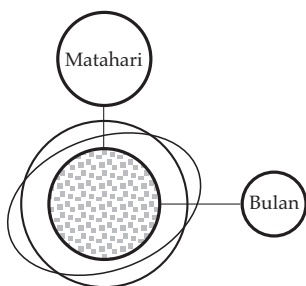
4. Pasang dan Surut air laut

Pasang dan surut air laut adalah peristiwa naik dan turunnya permukaan air laut. Pasang dan surut air laut disebabkan oleh pengaruh gravitasi matahari dan gravitasi bulan. Karena jarak bulan ke bumi lebih dekat dibanding jarak matahari ke bumi maka gravitasi bulan menjadi penyebab utama terjadinya pasang dan surut air laut.

Pasang dan surut air laut terbesar disebut juga dengan pasang dan surut purnama, terjadinya pada saat posisi matahari, bumi dan bulan dalam satu garis lurus.



Gb. 12.13
Pasang dan Surut Purnama



Pasang dan surut air laut terendah disebut juga dengan pasang dan surut perbani, terjadi pada saat matahari, bumi, dan bulan membentuk sudut 90° .

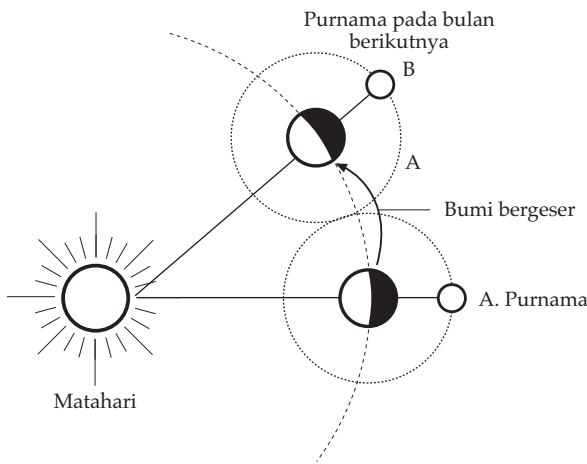
G.b. 12.14 Pasang dan Surut Perbani

UJI PEMAHAMAN

1. Pasang dan surut air laut terbesar dapat terjadi pada fase bulandan fase bulan
2. Pasang dan surut air laut terendah dapat terjadi pada saat fase bulan dan fase bulan
3. Mengapa pasang dan surut air laut terbesar dapat terjadi pada saat posisi matahari, bumi dan bukan dalam satu garis lurus?

4. Mengapa pasang dan surut air laut terendah dapat terjadi pada saat posisi matahari, bumi, dan bulan membentuk sudut 90° ?
5. Sebutkan 3 manfaat pasang dan surut air laut!

5. Kalender Komariyah (Hijriyah)



Gambar 12.15

Revolusi bulan dari purnama ke purnama berikutnya adalah bulan beredar $389,11^\circ = 29\frac{1}{2}$ hari yaitu dari titik A ke titik B

Dasar perhitungan kalender komariyah adalah lamanya waktu bulan untuk satu kali revolusi.

Pada revolusi bulan mengelilingi bumi dari titik A ke titik A lagi (360°) lamanya adalah 27,3 hari dan disebut *period sideris bulan*. Karena disamping bulan bergerak mengelilingi bumi. Bersamaan pula bumi bergerak mengelilingi matahari, akibatnya posisi bulan terhadap matahari juga mengalami perubahan. Agar kedudukan bulan terhadap matahari tetap seperti semula, maka bulan harus beredar lebih dari 360° atau memerlukan waktu 29,5 hari.

Waktu yang diperlukan untuk satu kali revolusi selama 29.5 hari dinamakan *period sinodis bulan*. Period sinodis bulan inilah yang digunakan sebagai pedoman perhitungan kalender komariyah (hijriyah). Jadi, satu tahun adalah $29,5 \times 12 = 354$ hari. Untuk mempermudah perhitungan jumlah hari dalam satu bulan dilakukan pembulatan yaitu sebanyak 6 bulan umur bulan sebanyak 29 hari.

Adapun nama-bulan dan jumlah hari dari tahun komariyah adalah sebagai berikut:

Tabel 12.1 Nama bulan dan usia hari kalender bulan/Hijriyah

No.	Nama Bulan	Jumlah hari
1.	Muharam	30
2.	Safar	29
3.	Robiul awal	30
4.	Robiul akhir	29
5.	Jumadil awal	30
6.	Jumadil akhir	29
7.	Rajab	30
8.	Sya'ban	29
9.	Ramadhan (puasa)	30
10.	Syawal	29
11.	Dzulqaidah	30
12.	Dzulhijah (haji)	29 atau 30

Sebenarnya pembulatan di atas semakin lama mengakibatkan penyimpangan yang tambah besar. Diperkirakan penyimpangan tersebut selama 30 tahun adalah 11 hari. Untuk membetulkannya diadakan 11 buah tahun kabisat dalam tiap 30 tahun. Adapun pedoman tahun kabisat tersebut yaitu tahun ke 2, tahun ke 5, tahun ke 7, tahun ke 10, tahun ke 13, tahun ke 16, tahun ke 18, tahun ke 21, tahun ke 21, tahun ke 26 tahun ke 28.

Tabel 12.1 Daftar Tahun Kabisat Tarik Komariyah Tiap 30 Tahun

Tahun ke-	Tahun ke –	Tahun ke –	Tahun ke –	Keterangan
1	9	17	25	Yang dilingkari adalah tahun kabisat
②	⑩	⑱	⑳	
3	11	19	27	
4	12	20	28	
⑤	⑬	⑳	⑳	
6	14	22	30	
⑦	15	23		
8	⑯	⑳		

Jadi, pada tahun kabisat dalam satu tahun sama dengan 355 hari. Tambahkan satu hari diberikan pada bulan Dzulhijah. Tahun kabisat dapat ditentukan dengan membagi bilangan tahun dengan 30; bila sisanya sama dengan satu dari ke sebelas tahun kabisat maka tahun tersebut adalah tahun kabisat.

D. SATELIT BUATAN

Karena kemajuan teknologi dapat dibuat satelit buatan manusia maka untuk mengindera keadaan benda-benda angkasa atau keadaan perubahan di bumi sendiri dapat lebih akurat. Salah satu dari hasil karya teknologi manusia adalah berupa satelit buatan yang diluncurkan ke ruang angkasa. Banyak kegunaan dari satelit buatan manusia tersebut, antara lain:

- a. untuk mengirim informasi,
- b. untuk memantau keadaan bumi,
- c. untuk mengetahui cuaca di bumi,
- d. untuk mata-mata, serta
- e. untuk mengamati keadaan dan dinamika jagat raya.

Indonesia adalah negara yang terdiri atas pulau-pulau, maka untuk mempercepat arus informasi sangatlah diperlukan satelit buatan sebagai sarana komunikasi. Maka pada tahun 1976 Indonesia membuat satelit buatan di pabrik *Space Centre* di Cape Canaveral, Amerika Serikat pada tanggal 9 Juli 1976 yang selanjutnya dikenal dengan satelit palapa.

Di antara satelit-satelit buatan manusia yang diluncurkan mengorbit mengelilingi bumi ada yang seakan-akan tetap berada di atas suatu tempat tertentu di permukaan bumi. Satelit tersebut disebut *geo stasioner*, seperti satelit Palapa.

UJI PEMAHAMAN

1. Jelaskan dengan singkat proses terjadinya satelit geostasioner!
2. Pada malam hari yang cerah di mana bulan tidak menampakkan diri, coba perhatikan benda-benda di langit. Tentukan benda langit yang bagaimana yang disebut satelit buatan!
3. Satelit Palapa merupakan satelit SKSD. Apa maksud dari satelit SKSD?
4. Apa fungsi utama dari satelit Palapa?
5. Sebutkan manfaat dari satelit buatan yang sekarang kalian rasakan!



RANGKUMAN

1. Matahari adalah salah satu bintang di jagat raya.
2. Sumber pembentuk energi matahari berasal dari hasil reaksi fusi di dalam matahari.
3. Lapisan matahari: fotosfer, kromosfer, dan korona.
4. Aktivitas matahari dapat berupa: granula fotosfer, sunspot dan proto berans
5. Bahan penyusun matahari: 70% hidrogen, 25% helium, dan 5% gas yang lain.
6. Bumi merupakan salah satu dari planet.
7. Gravitasi bumi adalah gaya tarik bumi terhadap benda yang lain.
8. Akibat revolusi bumi, antara lain:
 - a. terjadi pergantian musim
 - b. terjadi perubahan lamanya waktu siang dan malam
 - c. terlihatnya rasi bintang berbeda dari bulan ke bulan.
9. Akibat rotasi bumi, antara lain:
 - a. terjadi gerak semu harian matahari
 - b. terjadi perbedaan waktu pada perbedaan garis bujur.
 - c. terjadi perubahan siang dan malam
 - d. bentuk bumi tidak bulat sempurna
10. Tahun masehi adalah tahun yang berdasarkan kala revolusi bumi terhadap matahari.
11. Bulan adalah satelit bumi.
12. Fase bulan adalah bentuk permukaan bulan yang tampak dari bumi.
13. Aspek bulan, yaitu kedudukan bulan terhadap matahari dilihat dari bumi.
14. Gerhana bulan, yaitu tidak tampaknya bulan karena tertutup oleh bayangan inti bumi.
15. Gerhana matahari, yaitu tidak tampaknya matahari karena tertutup bayangan inti bulan.
16. Kalender komariah adalah kalender berdasar kala revolusi bulan terhadap bumi.

I. Pilih satu jawaban yang paling benar!

1. Lapisan matahari yang bersifat sebagai atmosfer matahari adalah
a. komea c. fotosfer
b. kromosfer d. statosfer
2. Gangguan pada matahari yang dapat menyebabkan terjadinya aurora di bumi adalah
a. granulasi
b. noda - noda matahari
c. gumpalan fotosfer
d. prominensa
3. Bentuk bumi yang sebenarnya adalah
a. bulat seperti bola
b. bulat seperti cakram
c. butat pepat di kutub
d. bulat berbentuk elips
4. Matahari tampak berada di atas khatulistiwa pada tanggal
a. 21 Maret
b. 21 Maret dan 23 September
c. 23 September
d. 21 Maret sampai 23 September
5. Bagian yang gelap sekali di belakang bumi pada saat terjadi gerhana total disebut
a. umbra bumi
b. umbra bulan
c. penumbra bumi
d. penumbra bulan
6. Jika di Irian menunjukkan hari Minggu pukul 22.30 maka di Jakarta menunjukkan
a. hari Senin pukul 20.30
b. hari Selasa pukul 20.30
c. hari Senin pukul 08.30
d. hari Selasa pukul 08.30
7. Pasang air laut terbesar disebut juga dengan pasang
a. perbani c. maksimum
b. mutlak d. gelombang
8. Pada tahun kabisat masehi di dapat bulan
a. Januari berumur 29 hari
b. Februari berumur 29 hari
c. Februari berumur 28 hari
d. Desember berumur 29 hari
9. Jika benda di bumi mempunyai massa 60 kg maka jika dibawa ke bulan massanya menjadi
a. 6 kg c. 600 kg
b. 60 kg d. 10 kg
10. Matahari berada di titik balik Utara jika matahari terletak pada
a. $23,5^{\circ}$ LU c. $66,5^{\circ}$ LU
b. $23,5^{\circ}$ LS d. $66,5^{\circ}$ LS
11. Pada saat bulan masuk bayang-bayang inti bumi dikatakan terjadi
a. gerhana matahari total
b. gerhana matahari cincin
c. gerhana bulan sebagian
d. gerhana bulan total
12. Karena selama bumi berevolusi sumbu bumi condong $23,5^{\circ}$ terhadap garis tegak lurus eliptika maka terjadi
a. gerak semu harian matahari
b. gerak semu tahunan matahari
c. gerhana matahari
d. gerhana bulan
13. Dalam 30 tahun, tahun hijriyah mempunyai ... tahun kabisat.
a. 11 c. 13
b. 12 d. 14
14. Dari tanggal 21 Maret s.d 21 Juni, belahan bumi utara mengalami musim
a. semi
b. gugur
c. panas
d. dingin

15. Belahan bumi selatan mengalami musim dingin pada
- a. 21 Juni s.d 23 September
 - b. 23 September s.d 22 Desember
 - c. 22 Desember s.d 21 Maret
 - d. 21 Maret s.d 23 September

II. Kerjakan soal di bawah ini !

1. Pada malam hari, planet-planet di langit tampak bercahaya. Dari mana cahaya yang terpancar dari planet tersebut?
2. Apa beda antara meteor dan satelit buatan dalam penampakannya?
3. Jika kita melihat langsung ke matahari maka lapisan apa yang terlihat?
4. Mengapa pada matahari dapat terjadi aktivitas?
5. Sebutkan 4 buah bukti bahwa bumi berbentuk bulat!
6. Mengapa matahari tampak bergeser antara $23,5^\circ$ LU sampai $23,5^\circ$ LS selama satu tahun?
7. Mengapa setiap perbedaan 1° bujur terjadi perbedaan waktu 4 menit?
8. Bila berat benda di bumi 60 newton, maka bila dibawa di bulan berapa berat benda tersebut, jika percepatan gravitasi di bulan = $\frac{1}{6}$ percepatan gravitasi di bumi?
9. Apa yang dimaksud dengan gerhana bulan dan gerhana matahari?
10. Mengapa satelit buatan dapat mengorbit mengelilingi bumi?

BAB 13

PROSES-PROSES YANG TERJADI DI LAPISAN LITOSFER DAN ATMOSFER

Standar Kompetensi:

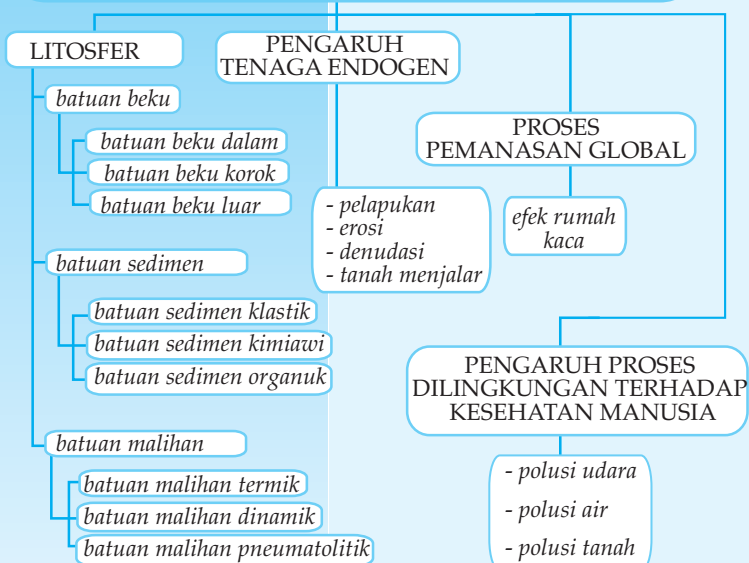
Memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

Kompetensi Dasar:

Mendeskripsikan proses-proses khusus yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer yang terkait dengan perubahan zat dan kalor.

Menjelaskan hubungan antara proses yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer dengan kesehatan dan permasalahan lingkungan

PROSES-PROSES YANG TERJADI DILAPISAN LITOSFER DAN ATMOSFER



Litosfer yang disebut juga dengan kulit bumi, berasal dari kata *Lithos* = batu dan *sphaira* = bola. Jadi, litosfer berarti bola bumi yang berupa batuan, yang merupakan lapisan bumi paling luar. Batuan dalam pengertian litosfer bukan berarti seperti yang lazim kita kenal sehari-hari sebagai batu kali yang keras itu saja. Tetapi batuan yang dimaksud di sini dapat berupa kerikil, pasir, tanah, debu, abu vulkanik, dan lain-lain.

Litosfer pada umumnya terdiri atas senyawa kimia yang kaya akan SiO_2 . Dengan demikian litosfer sering disebut juga dengan lapisan silikat. Menurut **Blake** dan **Washington**, batuan di permukaan bumi ini hampir 75% terdiri atas silikon oksida dan aluminium oksida.

Pada dasarnya semua jenis batuan yang ada di bumi berasal dari magma, yaitu benda cair, panas, dan berpijar yang berada di dalam bumi. Karena proses pendinginan akhirnya magma membeku menjadi batuan beku. Berdasar tempat pembekuan magma, batuan beku dibagi menjadi tiga, sebagai berikut.

1. Batuan beku dalam, terletak jauh di dalam bumi, proses pembekuannya lambat, dan bentuk kristalnya besar-besar dan penuh (*holokristalin*).
2. Batuan beku korok, terletak di gang saluran keluarnya magma ke permukaan bumi, proses pembekuannya agak cepat, bentuk kristal beraneka ragam ukuran (*forfris*).
3. Batuan beku luar atau leleran, terletak di permukaan bumi, proses pembekuannya sangat cepat, bentuk kristalnya halus atau tidak berbentuk (*alomorf*).

Batuan beku luar karena pengaruh suhu dan cuaca dapat menjadi rusak dan hancur. Batuan beku luar yang sudah rusak dan hancur karena adanya tenaga pengangkut, maka batuan tersebut dapat dipindahkan dan diendapkan, maka jadilah batuan sedimen.

Berdasar proses pengendapannya batuan sedimen dibagi menjadi 3, sebagai berikut.

1. Batuan sedimen klastik, yaitu batuan sedimen yang hanya mengalami pengangkutan dan pengendapan tanpa disertai perubahan zat penyusunnya.
2. Batuan sedimen organik, yaitu batuan sedimen yang dalam pengendapannya dibantu oleh organisme. Misalnya sisa rumah atau bangkai binatang laut yang tertimbun di dasar laut, kotoran burung yang menggunung, dan humus.
3. Batuan sedimen kimia, yaitu batuan sedimen yang dalam pengangkutannya terjadi proses kimia, seperti pelarutan, penguapan, oksidasi, dehidrasi, dan sebagainya. Misalnya terjadinya *stalaktit* dan *stalagmit* akibat pelarutan dan penguapan H_2O dan CO_2 pada waktu air kapur menetes. Juga garam dapur dan gips sebagai hasil penguapan air laut.

Berdasar tenaga pengangkutannya batuan sedimen dibagi menjadi 4, yaitu sebagai berikut.

1. Batuan sedimen aeolik (aerik), diangkut oleh tenaga angin.
2. Batuan sedimen akuatik, diangkut oleh tenaga air mengalir.
3. Batuan sedimen marin, diangkut oleh air laut.
4. Batuan sedimen glasial, diangkut oleh gletser.

Berdasarkan tempat lingkungan batuan sedimen diendapkan ada beberapa lingkungan, antara lain sebagai berikut.

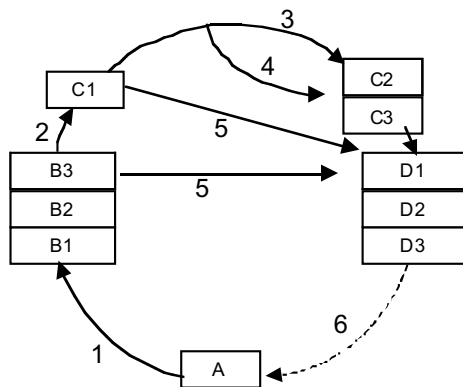
1. Lingkungan aluvial, yaitu lingkungan sungai seperti endapan pasir di dasar alur sungai dan kelokan sungai.
2. Lingkungan delta, yaitu di muara sungai.
3. Lingkungan gurun, seperti gurun pasir.
4. Lingkungan glasial, di daerah es.
5. Lingkungan laut dangkal.

Baik batuan beku maupun batuan sedimen karena pengaruh suhu dan tekanan dapat berubah (metamorfose) sehingga disebut batuan malihan. Batuan malihan ada 3 macam, yaitu sebagai berikut.

1. Batuan malihan termik, terjadi karena pengaruh suhu yang berarti, seperti batu pualam (marmer).
2. Batuan malihan dinamik, terjadi karena pengaruh tekanan yang berarti, seperti batuan sabak dan batu bara.
3. Batuan malihan *pneumatolitik*, terjadi karena pengaruh suhu dan masuknya zat bagian magma ke dalam batuan itu. Seperti azurit mineral (pembawa tembaga), topas, dan turmalin (batu permata).

Karena sesuatu hal maka segala jenis batuan itu dapat tertelan lagi ke dalam dapur magma sehingga terjadi daur batuan:

Bagan daur batuan



Gambar 13.1 Bagan daur batuan

Keterangan:

- A = magma
- B₁ = batuan beku dalam
- B₂ = batuan beku korok
- B₃ = batuan beku luar
- C₁ = batuan sedimen klastik
- C₂ = batuan sedimen kimiawi
- C₃ = batuan sedimen organik
- D₁ = batuan malihan termik
- D₂ = batuan malihan dinamik
- D₃ = batuan malihan *pneumatolitik*

- 1 = pendinginan
- 2 = pengangkutan: angin, air mengalir, gletser, air laut
- 3 = pelarutan
- 4 = organisme
- 5 = penambahan suhu dan tekanan yang lama
- 6 = penelanan oleh magma

UJI PEMAHAMAN

1. Bahaslah bagan daur batuan di atas secara berkelompok, kemudian salah satu dari anggota kelompok maju ke depan kelas untuk menceritakan proses perubahan batuan tersebut, sedangkan kelompok yang lain menanggapi!
2. Apa yang membedakan antara batu kali, batu kerikil, dan batu pasir di sepanjang aliran sungai?
3. Sebutkan persamaan dan perbedaan antara stalaktit dan stalagmit?
4. Apa yang dimaksud dengan daur batuan?

A. PELAPUKAN DI LAPISAN BUMI

Bentuk muka bumi sangat bervariasi, ada tempat-tempat yang tinggi, rendah, datar, bergelombang, berbukit-bukit dan lain sebagainya. Keseluruhan bentuk muka bumi tersebut sering disebut dengan bentang alam. Di bawah ini gambaran sebagian bentuk muka bumi.



sumber: Clip Art

Gambar 13.2 Sebagian bentuk muka bumi

Keseluruhan bentuk muka bumi itu dapat terjadi karena adanya tenaga Geologi.

Ditinjau dari asal tenaga geologi terdapat dua macam, yaitu endogen dan eksogen.

1. Tenaga endogen, yaitu tenaga yang berasal dari dalam bumi dan bersifat membangun.
2. Tenaga eksogen, yaitu tenaga yang berasal dari luar bumi dan bersifat merusak.

Ditinjau dari luas daerah yang dipengaruhi, terdapat dua macam, yaitu orogenesis dan epirogenesa

1. Orogenesa : meliputi daerah yang sempit dan relatif cepat, misalnya terbentuknya gunung dan pegunungan.
2. Epirogenesa : meliputi daerah yang luas dan lambat, misalnya terbentuknya pulau dan benua.

Tenaga eksogen adalah tenaga yang berasal dari luar bumi. Faktor-faktor yang berperan sebagai tenaga eksogen antara lain: air, angin, organisme, sinar matahari, dan es.

Tenaga eksogen bersifat merusak kulit bumi. Pengaruh tenaga eksogen terhadap kulit bumi dapat berupa pelapukan, erosi, denudasi (tanah longsor), dan tanah men-jalar.

a. *Pelapukan*

Pelapukan adalah perusakan kulit bumi karena pengaruh cuaca (suhu, curah hujan, kelembapan udara, dan angin).

Ada tiga macam pelapukan:

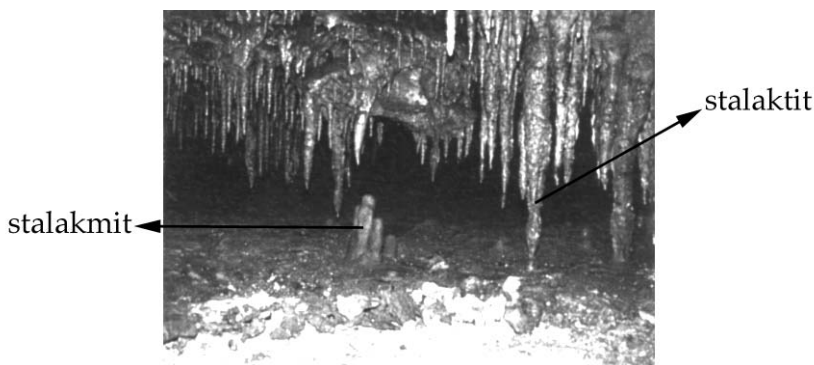
1) Pelapukan fisik atau mekanis.

Pelapukan fisik yaitu pelapukan akibat perbedaan suhu yang sangat besar antara siang dan malam. Hal ini akan menyebabkan batuan menjadi retak-retak dan akhirnya pecah, lama-lama hancur berkeping-keping.

2) Pelapukan kimiawi

Pelapukan kimiawi yaitu pelapukan yang terjadi karena proses kimia. Biasanya yang menjadi perantara adalah air, khususnya air hujan. Sebab air hujan atau air tanah selain merupakan senyawa H_2O juga mengandung CO_2 dari udara sehingga mengandung tenaga pelarut yang besar. Gejala pelarutan akan lebih cepat jika air mengenai batuan kapur sehingga dapat terbentuk panor, dalisia, stalaktit, stalakmit, dan sungai bawah tanah.

- a) Panor adalah lubang masuknya aliran air ke dalam tanah pada daerah kapur.
- b) Dalisia adalah danau di daerah kapur.
- c) Stalaktit adalah endapan kapur yang menggantung pada atap goa di daerah kapur.
- d) Stalakmit adalah endapan kapur yang berada pada dasar goa di daerah kapur.
- e) Sungai bawah tanah adalah air yang terdapat di dalam tanah yang banyak terjadi di daerah kapur.



sumber: Clip Art

Gambar 13.4 Stalaktit

3) Pelapukan organis

Pelapukan organis, yaitu pelapukan akibat proses organisme, misalnya:

- a) pelapukan batuan karena terkena daun yang membusuk,
- b) pelapukan batuan karena tertembus akar tumbuhan,
- c) pelapukan batuan karena binatang, serta
- d) pelapukan batuan karena manusia.

b. *Erosi dan Pengikisan*

Erosi atau pengikisan adalah peristiwa terkikisnya batuan. Pengikisan dapat dilakukan oleh air yang mengalir, air laut, gletser, dan angin.

- 1) Pengikisan oleh air yang mengalir disebut *erosi* dan banyak terjadi pada tanah yang miring.
- 2) Pengikisan oleh air laut disebut *abrasi*. Hasil abrasi dapat berupa gua-gua pantai, jembatan alam.



sumber: Clip Art

Gambar 13.5 Erosi air laut menghasilkan gua

- 3) Pengikisan oleh gletser banyak terjadi pada daerah gunung yang tinggi dan bersalju. Peristiwa ini terjadi pada saat salju tersebut mencair dan bergerak ke bawah sehingga terjadi pengikisan.
- 4) Pengikisan oleh angin disebut *korasi*. Tenaga pengikisan oleh angin lebih kuat jika angin tersebut membawa butir-butir pasir. Hasil korasi misalnya *Wind gap*, yaitu terpisahnya badan batuan oleh tenaga angin yang terus menerus.



sumber: Clip Art

Gambar 13.5 Batu cendawan

c. *Denudasi atau Tanah Longsor*

Denudasi adalah turunnya batuan yang sudah lapuk akibat gravitasi bumi. Denudasi terjadi pada daerah yang miring atau pegunungan.

d. *Tanah Menjalar*

Tanah menjalar hampir sama dengan denudasi, tetapi terjadi pada daerah dengan sudut kemiringan tanah yang kecil. Peristiwa tanah menjalar tidak begitu tampak, tetapi bisa diamati dengan melihat tumbuh-tumbuhan pada tanah miring yang condong.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pelapukan di permukaan bumi dapat disebabkan oleh proses alami, ulah manusia, atau karena organisme. Dampak yang timbul karena pelapukan pada permukaan bumi di antaranya: terjadi tanah longsor, pendangkalan sungai, banjir, pelebaran tebing sungai, perluasan daerah pantai, serta menjadikan suatu daerah menjadi lahan kritis.

Lahan kritis adalah lahan yang tidak produktif. Jika dikelola, produksi lahan kritis sangat rendah. Bahkan, dapat terjadi jumlah produksi yang diterima jauh lebih sedikit daripada biaya pengelolaannya.

Jika lahan kritis dibiarkan saja atau tidak segera diperbaiki, keadaan itu akan membahayakan kehidupan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, lahan kritis harus segera diperbaiki. Untuk menghindari bahaya yang ditimbulkan oleh adanya lahan kritis tersebut, pemerintah Indonesia telah mengambil kebijakan, yaitu melakukan rehabilitasi dan konservasi lahan-lahan kritis di Indonesia.

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki lahan kritis antara lain sebagai berikut.

- a. Penghijauan atau penghijauan kembali (reboisasi).
- b. Melakukan reklamasi lahan bekas pertambangan, yaitu penanaman tumbuhan yang mampu hidup di daerah tersebut, sebab lahan bekas pertambangan merupakan lahan yang tandus.
- c. Menghilangkan unsur-unsur yang dapat mengganggu kesuburan tanah, misalnya plastik.
- d. Memanfaatkan tumbuhan enceng gondok guna menurunkan kadar zat pencemar yang menyebabkan terjadinya lahan kritis.
- e. Pemupukan dengan pupuk organik atau alami.
- f. Guna menggemburkan tanah sawah, perlu dikembangkan tumbuhan yang disebut azola.

UJI PEMAHAMAN

1. Mengapa di daerah pegunungan yang hutannya gundul banyak terjadi tanah longsor, terutama pada musim penghujan?
2. Apakah fungsi hutan di daerah pegunungan?
3. Bagaimana proses terjadinya pengikisan tanah atau batuan oleh air laut (abrasi) dan bagaimana cara mengatasi masalah abrasi tersebut? Jelaskan!

4. Jika kamu hidup di daerah pinggiran hutan dan masyarakat di sekitar kamu banyak yang melakukan penebangan hutan secara liar, apa yang kamu lakukan terhadap masalah tersebut?
5. Mengapa limbah plastik yang terbuang di tanah dapat mengurangi tingkat kesuburan tanah tersebut? Bagaimana cara menanggulangi masalah tersebut?

B. PROSES PEMANASAN GLOBAL DAN PENGARUHNYA PADA LINGKUNGAN BUMI

Pertambahan penduduk yang pesat dan peningkatan pengetahuan teknologi manusia, terutama di bidang industri ternyata dapat menimbulkan masalah sosial tersendiri. Manusia bernapas memerlukan oksigen (O_2) dari udara dan hasil pernapasan manusia berupa karbondioksida (CO_2) yang juga dikembalikan ke udara lagi. Karbondioksida diserap oleh tumbuh-tumbuhan yang dengan bantuan klorofil dan sinar matahari diubah kembali menjadi karbohidrat dengan pelepasan oksigen kembali ke udara.

Hasil industrialisasi memang dapat meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan manusia, namun hasil industrialisasi yang lain juga dapat menimbulkan masalah bagi manusia, misalnya hasil pembakarannya dapat menghasilkan CO_2 dalam jumlah yang besar sehingga jika tidak ada penyeimbangannya dapat menimbulkan polusi udara. Selain itu, limbah hasil olahan pabrik jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran pada tanah atau dapat membuat tanah menjadi lahan kritis.

Hasil industrialisasi yang berupa kendaraan bermotor atau mesin bermotor dapat membantu meringankan usaha manusia dan menambah taraf hidup manusia. Akan tetapi hasil pembakaran dari mesin motor dapat menimbulkan polusi udara yang berupa pelepasan CO_2 di udara. Pada dasarnya pelepasan CO_2 di udara tidak menjadi masalah jika terdapat penyeimbang yang memadai, yaitu tumbuh-tumbuhan.

Di daerah pedesaan yang masih banyak ditanami tumbuh-tumbuhan dengan jumlah penduduk tidak terlalu padat, tidak ada industri, dan tidak banyak kendaraan bermotor, maka udara terasa sejuk dan menyegarkan serta menyehatkan badan.

Di daerah perkotaan yang padat penduduk, kurang ada tumbuh-tumbuhan, banyak industri, banyak kendaraan bermotor akan terasa panas, tidak nyaman, dan kurang menyehatkan badan. Mengapa demikian?

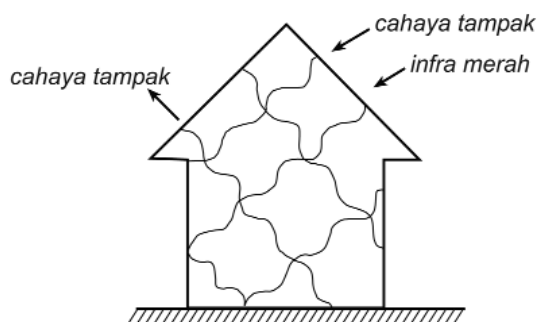
Udara yang bersih merupakan campuran dari berbagai jenis gas, terutama nitrogen (78,09%) dan oksigen (20,94%). Komponen lainnya meliputi gas-gas mulia (helium, neon, argon, kripton, dan xenon), karbondioksida, hidrokarbon (khususnya metana), oksida nitrogen, hidrogen, dan ozon.

Komposisi udara yang bersih dan kering seperti pada tabel berikut.

Tabel 1 Komposisi Udara Bersih dan Kering

Komponen	Rumus	Konsentrasi	
		%	Ppm
Nitrogen	N ₂	78,09	780900
Oksigen	O ₂	20,94	209400
Argon	Ar	0,934	9340
Karbondioksida	CO ₂	0,0315	315
Neon	Ne	0,018	18
Helium	He	0,00052	5,2
Metana	CH ₄	0,00010 – 0,00012	1,0 – 1,2
Kripton	Kr	0,0001	1
Karbonmonoksida	CO	0,00001	0,1
Nitrogen oksida	N ₂ O	0,00005	0,5
Hidrogen	H ₂	0,00005	0,5
Xenon	Xe	0,000008	0,08
Nitrogen dioksida	NO ₂	0,000002	0,02
Ozon	O ₃	0,000001 – 0,000004	0,01 – 0,04

Pada dasarnya keberadaan karbondioksida di udara tidak membahayakan bagi kehidupan manusia, namun kenaikan kadar CO₂ di udara dapat meningkatkan suhu di permukaan bumi. Fenomena seperti itu yang biasa disebut sebagai efek rumah kaca (*green house effect*). Rumah kaca banyak digunakan untuk pembibitan tanaman serta berkebun sayur dan bunga di negara yang beriklim dingin. Permasalahannya sinar matahari dapat menembus atap rumah kaca tetapi sinar infra merah yang dipantulkan oleh permukaan bumi tidak dapat menembus atap rumah kaca tersebut sehingga dapat meningkatkan suhu di dalam rumah kaca tersebut, sebab infra merah dapat menimbulkan efek panas.



Gambar 13.6 Efek rumah kaca

Demikianlah jika keadaan karbondioksida di udara melebihi ambang batas, maka karbondioksida tersebut dapat meneruskan sinar tampak dan sinar infra merah dari matahari tetapi menahan sinar infra merah yang dipantulkan oleh permukaan bumi sehingga dapat terjadi kenaikan suhu di permukaan bumi. Kenaikan suhu global di permukaan bumi dapat menyebabkan es yang ada di daerah kutub mencair dan menyebabkan kenaikan permukaan air laut sehingga dapat membanjiri kota-kota di seluruh dunia. Jadi, ada tiga sebab utama yang menjadikan kadar CO_2 di udara meningkat, yaitu: pertambahan penduduk, industrialisasi, dan penebangan hutan.

UJI PEMAHAMAN

1. Mengapa pertambahan penduduk dapat meningkatkan kadar CO_2 di udara?
2. Mengapa meningkatnya industrialisasi dapat meningkatkan kadar CO_2 di udara?
3. Mengapa pembabatan hutan dapat meningkatkan kadar CO_2 di udara?
4. Apa yang seharusnya dilakukan jika kita melakukan pemekaran perumahan di daerah perkotaan?
5. Mengapa di negara-negara yang sudah maju kendaraan bermotor yang sudah agak tua tidak boleh dijalankan?

C. PENGARUH PROSES-PROSES DI LINGKUNGAN TERHADAP KESEHATAN MANUSIA

Dari hasil kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang ditunjang oleh perkembangan ilmu pengetahuannya di bidang teknologi atau yang dikenal dengan iptek ternyata berdampak terhadap lingkungan tempat manusia dan kesehatan manusia itu sendiri. Hasil penerapan teknologi yang dimiliki manusia selain dapat meningkatkan taraf hidup manusia tetapi juga dapat menimbulkan polusi. Pengertian polusi ini dapat berarti polusi di udara, polusi di daratan, dan polusi di air.

1. Polusi di udara

Ada beberapa pencemaran (polusi) di udara, antara lain sebagai berikut.

- a. Meningkatnya kadar CO_2 di udara akibat hasil pembakaran pada industri-industri dan hasil pernapasan manusia yang berdampak meningkatkan suhu di permukaan bumi.
- b. Terlepasnya karbonmonoksida (CO) di udara dari hasil pembakaran tak sempurna, terutama dari kendaraan bermotor. Gas ini tidak berwarna, tidak berbau, tetapi beracun sehingga dapat menimbulkan rasa sakit pada mata, saluran pernapasan, dan paru-paru. Gas ini juga menghalangi fungsi vital Hb dalam darah untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh.
- c. Terlepasnya oksida belerang (SO_2 dan SO_3) di udara dapat menyebabkan hujan asam. Oksida belerang banyak dihasilkan oleh pembakaran batu bara dan minyak

yang biasanya mengandung belerang. Selain itu oksida belerang juga dihasilkan oleh industri pengolahan logam, yaitu pembakaran bijih logam yang berupa sulfida. Dengan adanya hujan asam dapat berdampak: merusak tumbuhan, menimbulkan korosi pada logam-logam, merusak bangunan yang terbuat dari batu pualam (marmer/belerang dioksida) apabila terhisap oleh pernapasan akan bereaksi dengan air dalam saluran pernapasan dan dapat membentuk asam sulfit yang dapat merusak jaringan dan menimbulkan rasa sakit.

- d. Timbulnya asap-kabut (asbut) di udara sebagai akibat terlepasnya oksida nitrogen di udara. Sebagai sumber oksida nitrogen adalah pembakaran bahan bakar dalam industri dan kendaraan bermotor. Dampak yang timbul dari asap-kabut ini antara lain berkurangnya daya pandang, iritasi pada mata dan saluran pernapasan, menjadikan tanaman layu, dan menurunnya kualitas mated.

- e. Penipisan dan kerusakan lapisan ozon

Lapisan ozon terdapat di atmosfer bumi, letaknya pada lapisan stratosfer dengan ketinggian kira-kira 30 km dari permukaan laut. Lapisan ozon berfungsi menyerap sinar ultraviolet yang berasal dari matahari yang menuju bumi.

Lapisan ozon dapat rusak oleh bahan-bahan kimia tertentu, khususnya keluarga klorofluorokarbon (CFC) yang banyak dipakai sebagai pendingin untuk lemari es, pendingin kamar, dan juga bahan penyemprot seperti penyemprot pewangi badan dan pewangi ruangan. Apabila lapisan ozon ini rusak, maka sinar ultraviolet yang dipancarkan oleh matahari dapat sampai ke permukaan bumi tanpa tersaring dahulu. Jika sinar ultraviolet dapat sampai ke permukaan bumi, maka dapat timbul antara lain: terjadi kenaikan suhu di permukaan bumi, dapat menyebabkan kanker kulit, katarak pada manusia, dan kerusakan pada tumbuh-tumbuhan.

2. Polusi pada air

Air mempunyai peran sangat penting bagi kehidupan di bumi, baik untuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Air dinyatakan bersih jika kandungan air itu tidak mengganggu kesehatan manusia. Air yang tidak layak untuk diminum masih dapat digunakan untuk keperluan lain, misalnya untuk irigasi dan industri. Air dikatakan tercemar karena masuknya makhluk hidup, zat, atau energi ke dalam air sehingga terjadi penurunan kualitas air sampai pada tingkat tertentu dan air tersebut tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya. Sumber pencemar air yang paling umum adalah limbah industri, pertanian, dan pemukiman.

- a. Limbah industri

Limbah industri yang dibuang melalui saluran umum misalnya sungai jika tanpa pengolahan secara baik dan benar dapat menimbulkan pencemaran pada air tersebut. Limbah industri yang paling berbahaya adalah logam berat, seperti raksa (merkuri). Limbah merkuri dapat berasal dari industri obat, batu baterai, kosmetik, plastik, dan pengolahan logam. Dampak yang terjadi pada manusia jika manusia meminum air yang tercemar merkuri antara lain: cacat fisik bahkan dapat menyebabkan meninggal dunia.

- . Limbah pertanian

Penggunaan pupuk dan bahan pestisida yang berlebihan dapat mencemari air. Pencemaran air oleh pupuk dan bahan pestisida dapat menyebabkan ikan yang ada dalam air mati dan bila sisa pupuk atau bahan pestisida diserap oleh mikro-organisme yang ada di air akan masuk ke dalam rantai makanan selanjutnya.

c. Limbah pemukiman

Limbah pemukiman yang potensial menimbulkan pencemaran air adalah limbah detergen. Saat ini banyak digunakan detergen sebagai pengganti sabun pencuci. Detergen sangat sulit diurai oleh mikroorganisme yang ada dalam air sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama dalam air tersebut. Detergen sangat merangsang pertumbuhan ganggang dan enceng gondok dalam air. Jika pertumbuhan ganggang dan enceng gondok tidak terkendali dapat merusak ekosistem air.

3. Polusi pada tanah

Tanah merupakan tempat vital bagi tumbuhan dan mikroorganisme pengurai yang dapat menyuburkan tanah. Kita tahu bahwa rantai makanan bermula dari tumbuhan. Maka jika kesuburan tanah terganggu atau tercemar, maka akan mengganggu pula proses rantai makanan selanjutnya. Pencemaran tanah dapat disebabkan oleh berbagai limbah rumah tangga, industri, pertanian dan atau buangan bahan-bahan yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme yang ada dalam tanah tersebut.

Limbah-limbah yang dapat mencemari tanah, misalnya berupa: plastik, sisa makanan, potongan kain, ban bekas, rongsokan mobil, potongan logam, sisa pupuk, sisa pestisida, dan lain-lain.

Dari uraian di atas, maka sebagai manusia, yang oleh Tuhan Yang Maha Esa, dijadikan sebagai khalifah di bumi harus dapat menjaga keserasian, keseimbangan lingkungan sehingga tidak mengganggu manusia itu sendiri.

UJI PEMAHAMAN

1. Industrialisasi semakin pesat saat ini. Jelaskan dampaknya menurut pendapatmu!
2. Saat ini digalakkan penggunaan pupuk organisme misalnya pupuk kandang atau pupuk hijau daun. Mengapa?
3. Pertumbuhan ganggang dan enceng gondok yang tak terkendali di air dapat merusak ekosistem air tersebut. Mengapa?
4. Manusia banyak menggunakan detergen sebagai pengganti sabun cuci biasa, walaupun detergen dapat menimbulkan pencemaran. Mengapa?
5. Pembangunan pabrik dapat meningkatkan taraf hidup manusia. Apa yang harus diperhatikan jika kita mendirikan sebuah pabrik?



ANGKUMAN

1. Litosfer adalah lapisan batuan atau yang kerak bumi.
2. Batuan beku adalah batuan yang terjadi karena proses pembekuan dari magma.
3. Batuan sedimen adalah batuan yang terjadi dari proses pengangkutan batuan beku luar dan pengendapan.
4. Batuan malihan adalah batuan yang terjadi dari batuan beku dan batuan sedimen disebut akibat pengaruh suhu dan tekanan.
5. Tenaga indogen adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi dan bersifat membangun.
6. Tenaga eksogen adalah tenaga yang bersal dari luar bumi dan bersifat merusak dan dapat berupa pelapukan, erosi, denudasi, dan tanah menjalar.
7. Proses pemanasan global dapat terjadi karena peningkatan jumlah CO_2 di udara.
8. Pengaruh proses di lingkungan terhadap kesehatan manusia dapat berupa: polusi di udar, polusi di air, dan polusi di darat.

I. Silanglah (x) huruf a, b, c, atau d di depan jawaban yang tepat!

1. Bagian dalam bumi yang banyak mengandung batu-batuan disebut lapisan
a. stratosfer c. litosfer
b. atmosfer d. hidrosfer
2. Batuan beku yang mempunyai bentuk kristal dengan berbagai ukuran disebut batuan beku
a. forfris c. luar
b. korok d. dalam
3. Endapan batuan kapur yang berada di atap goa akibat proses kimia disebut
a. stalaktik
b. stalakmit
c. gips
d. langit-langit
4. Perhatikan pernyataan berikut!
1) Penyubur tanah
2) Penyebab tanah longsor
3) Penyebab terjadinya batuan sedimen
Pertanyaan di atas yang berkaitan dengan fungsi humus adalah
a. 1) dan 3)
b. 1) dan 2)
c. 1), 2), dan 3)
d. 2) dan 3)
5. Perulangan wujud batuan disebut juga dengan
a. batuan metamorfose
b. daur batuan
c. magma
d. batuan malihan
6. Keseluruhan bentuk permukaan bumi disebut dengan
a. bentang alam
b. siklus batuan
c. litosfer
d. tanah
7. Gunung, pegunungan dapat terjadi karena adanya tenaga
a. vulkanik c. orogenesa
b. epirogenesa d. endogen
8. Kerusakan batuan karena ditembus oleh akar disebut pelapukan
a. mekanik c. fisik
b. kimiawi d. organik
9. 1) Pertambahan penduduk
2) Industrialisasi
3) Pembabatan hutan
Pernyataan di atas yang dapat menyebabkan kenaikan jumlah CO₂ di udara adalah
a. 1), 2), dan 3)
b. 1) dan 2)
c. 1) dan 3)
d. 2) dan 3)
10. Lapisan udara yang dapat menahan sinar ultraviolet yang dipancarkan oleh sinar matahari adalah lapisan
a. stratosfer c. troposfer
b. ozon d. mesosfer
11. Penyebab terjadinya hujan asam di udara adalah
a. oksida belerang
b. karbonmonoksida
c. proses pembakaran yang kurang sempurna
d. karbondioksida
12. Salah satu sumber pencemaran air adalah
a. ikan
b. karang laut
c. limbah pertanian
d. kompos

13. Tumbuhan azola berfungsi untuk
 - a. penyubur tanah
 - b. penggembur tanah
 - c. perata tanah
 - d. penetral tanah
14. Untuk mencegah kerusakan kualitas tanah persawahan dapat dilakukan dengan cara
 - a. pemupukan dengan pupuk organik
 - b. pembuatan sistem teras sering
 - c. penggunaan pupuk pestisida
 - d. penanaman satu jenis tumbuhan
15. Timbulnya asam kabut bersumber dari
 - a. oksida nitrogen
 - b. oksida silikon
 - c. oksida karbon
 - d. oksida hidrogen

II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan tepat dan jelas!

1. Mengapa kita banyak menjumpai batu-batuan di permukaan bumi?
2. Sebutkan tiga ciri dari:
 - a. batuan beku dalam
 - b. batuan beku korok
 - c. batuan beku luar
3. Termasuk jenis batuan sedimen apakah batu pasir, batu kerikil, dan batu kali?
4. Mengapa tenaga eksogen bersifat merusak?
5. Jelaskan dengan singkat proses terjadinya sungai bawah tanah di daerah kapur!
6. Mengapa di daerah pantai harus diberi pemecah gelombang atau ditanami bakau?
7. Apa fungsi penghijauan di daerah perkotaan?
8. Apakah fungsi hutan bagi kepentingan manusia?
9. Mengapa di zaman industrialisasi banyak terjadi urbanisasi? Apakah dampak yang ditimbulkannya pada lingkungan?
10. Sebutkan penyebab terjadinya polusi udara dan sebutkan dampak negatifnya bagi manusia!

GLOSARIUM

A

Adaptasi fisiologi	: penyesuaian bentuk tubuh atau kerja tubuh untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.
Adaptasi tingkah laku	: kebiasaan atau tingkah laku makhluk hidup untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.
Adaptasi morfologi	: penyesuaian bentuk tubuh organisme terhadap lingkungan tempat tinggalnya.
Afelium	: titik terjauh planet terhadap matahari selama berevolusi.
Akson	: penjalaran sitoplasma yang panjang pada badan sel saraf.
Aluvial	: lingkungan sungai.
Amnion	: membran pelindung embrio di dalam rahim.
Anisogami	: gamet jantan dan gamet betina mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda.
Astronomi	: jarak rata-rata bumi dan matahari.
Aurora	: gejala yang berupa cahaya yang tampak di langit.
Autosom	: kromosom yang menyusun sel-sel makhluk hidup.

B

Basitah	: tahun masehi yang tidak habis dibagi empat
BMT	: batas waktu internasional.

D

Daur batuan	: siklus batuan.
Daya listrik	: energi listrik tiap detik.
Delta	: lingkungan muara sungai.
Dendrit	: penjalaran sitoplasma yang pendek pada badan sel saraf.
Dermis	: lapisan kulit di bawah epidermis, yang di dalamnya terdapat kelenjar minyak, pembuluh darah, kantung rambut, dan saraf.
Diafragma	: sekat pemisah rongga dada dengan rongga perut.
Dihibrida	: persilangan dengan dua sifat beda.
Diploid	: sel yang mengandung dua perangkat kromosom terdapat pada sel-sel makhluk hidup.
Dominan	: sifat yang mengalahkan sifat persaingannya dalam persilangan.

E

Ekliptika	: bidang edar bumi dalam berevolusi.
Ekskresi	: proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak berguna bagi tubuh.
Elektromagnet	: kumparan berarus listrik yang berintikan inti besi lunak.
Elektroskop	: alat yang digunakan untuk mengetahui benda yang bermuatan listrik dan jenis muatan listrik.
Embrio	: bayi yang berkembang dalam rahim ibu (uterus).
Energi listrik	: kemampuan energi listrik untuk melakukan usaha.
Epidermis	: lapisan kulit terluar yang selalu mengelupas dan diganti sel-sel di bawahnya.
Epirogenesis	: tenaga geologi pada daerah yang luas.
Evolusi	: proses perubahan secara perlahan yang berlangsung dalam jangka waktu sangat lama.

F

Fenotif	: sifat yang tampak pada makhluk hidup, perpaduan antara sifat genotipe dan faktor lingkungannya.
Fertilisasi	: bersatunya sperma dan ovum.
Fetus	: janin yang sudah memperlihatkan bagian-bagian tubuh dengan jelas dan sempurna.
Filial	: keturunan sebagai hasil persilangan.
Fragmentasi	: cara perkembangbiakan organisme dengan memotong tubuhnya menjadi beberapa bagian dengan setiap potong tubuhnya dapat tumbuh menjadi individu baru.

G

Galaksi	: kelompok bintang yang jumlahnya tak terhingga.
Gamet	: sel perkembangbiakan atau sel reproduksi.
Gaya gerak listrik	: beda potensial sumber listrik sebelum mengalirkan arus listrik.
Gaya Lorentz	: gaya yang bekerja pada kawat berarus listrik yang memotong medan magnet.
Generator	: alat yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik.
Genital	: alat kelamin.
Genotipe	: sifat makhluk hidup dilihat dari komposisinya.
Gerak reflek	: gerak secara tak sadar tanpa pengaruh otak.
Gestasi	: periode kehamilan.
GGL induksi	: GGL yang terjadi adanya perubahan medan magnet.

Glomerulus	: anyaman pembuluh-pembuluh darah kapiler di bagian luar ginjal (kulit ginjal).
Gonad	: organ perkembangbiakan yang menghasilkan gamet.
Genosom	: kromosom yang menentukan jenis kelaminnya.
Gurat sisi	: bagian dari ikan yang berguna untuk menentukan atau mengetahui tekanan air.

H

Hambatan jenis	: nilai hambatan suatu kawat penghantar tiap satuan panjang, tiap satuan luas penampang.
Haploid	: sel yang mengandung satu perangkat kromosom.
Herbivora	: makhluk hidup pemakan tumbuhan.
Hereditas	: penurunan sifat
Herpes	: luka pada penis atau vagina berupa bercak-bercak kemerahan.
Heterozigot	: suatu individu yang genotipenya memiliki alel atau pasangan yang berbeda.
Hibernasi	: keadaan istirahat total pada hewan pada musim dingin.
Hipermetrof	: rabun dekat, tidak dapat melihat benda yang letaknya dekat.
Homozigot	: suatu individu yang memiliki genotipe dengan alel atau pasangan gen yang sama.
Hormon	: cairan yang dihasilkan kelenjar buntu.

I

Implus	: rangsangan yang diterima oleh alat indera.
Induktor	: alat yang dapat mengubah tekanan D.C menjadi tegangan A.C.
Industri listrik	: mendekatkan benda bermuatan listrik dengan benda yang tidak bermuatan listrik
Intermediet	: sifat yang sama kuat dari kedua induknya. Sehingga keturunannya memiliki percampuran sifat dari kedua induknya.
Interruptor	: pemutus dan penyambung arus listrik.
Iparsek	: 3,25 tahun cahaya.
Iris	: selaput pelangi yang memberi warna mata.
Isogami	: gamet jantan dan gamet betina mempunyai ukuran dan bentuk yang sama.

J

Jembatan varol	: jaringan yang menghubungkan belahan kanan dan kiri otak kecil.
----------------	--

K

Kabisat	: tahun masehi yang habis dibagi empat atau tahun abad masehi yang habis dibagi empat ratus.
Kala revolusi	: waktu yang diperlukan planet untuk sekali revolusi.
Kala rotasi	: waktu yang diperlukan planet untuk sekali rotasi.
Kapsul bowman	: bagian yang mengelilingi glomerulus yang berbentuk cawan berdinding ganda.
Koklea	: rumah siput pada telinga bagian dalam.
Kolektor	: cincin pengumpul arus listrik.
Konjugasi	: proses reproduksi secara kawin pada organisme tingkat rendah.
Korion	: kantong embrio.
Kornea mata	: selaput bening mata, berfungsi untuk memindahkan cahaya masuk ke dalam mata.
Kromosom	: bagian dari inti sel yang berbentuk benang-benang, menebal pada saat akan membelah tersusun dari molekul ADN.
Kuat arus listrik	: banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap detik.
Kutub magnet	: bagian magnet yang mempunyai gaya tarik terbesar.

L

Listrik statis	: muatan listrik diam.
Lobus oktavorius	: belahan atau gelambir pencium pada otak.
Lobus optikus	: belahan atau gelambir penglihatan pada otak.

M

Magnet elementer	: bagian magnet yang paling kecil.
Magnet	: benda yang dapat menarik benda-benda tertentu.
Medan magnet	: daerah yang masih mendapat pengaruh gaya magnet dari sebuah magnet.
Metabolisme	: pertukaran zat di dalam tubuh yang mencakup proses pemecahan dan penyusunan senyawa-senyawa organik.
Miopi	: rabun jauh, tidak dapat melihat benda yang letaknya jauh.
Mitosis	: proses pembelahan sel yang menghasilkan sel anak yang tepat yang sama seperti induknya.
Monohibrida	: persilangan dua sifat beda.
Muatan listrik	: partikel yang jumlah protonnya tidak sama dengan jumlah elektronnya.

N

Nefron	: alat penyaring kecil pada ginjal.
--------	-------------------------------------

Neurofibril	: benang-benang halus yang terdapat di dalam neurit.
Neuron	: sel saraf yang berfungsi meneruskan rangsang.
Neuron	: sel saraf.

O

ODH	: orang dengan HIV / AIDS.
Oogenesis	: proses pembentukan sel telur.
Oogenium	: sel induk telur.
Orbit	: garis edar planet mengelilingi matahari.
Orogenesis	: tenaga geologi pada daerah yang sempit.
Ovarium	: organ kelamin wanita penghasil ovum.
Ovulasi	: pelepasan ovum dari ovarium.
Ovum	: sel telur.

P

Parental	: tetua atau induk yang disilangkan.
Penumbra	: bayangan tambahan.
Perihelium	: titik terdekat planet terhadap matahari selama berevolusi
Pigmen	: zat pembawa warna pada kulit.
Plasenta	: jaringan untuk melekatkan embrio ke rahim induk berbentuk cakram.
Polusi	: pencemaran
Presbiopi	: kelainan pada mata karena usia tua.
Protombin	: zat yang berperan dalam proses pembekuan darah.
Pupil mata	: lubang mata, orang-orangan mata.

R

Resesif	: sifat yang tertutup oleh pasangannya dalam suatu persilangan.
Retina	: selaput jala, terletak di bagian dalam yang mengandung sel saraf mata.
Revolusi	: proses perputaran planet mengelilingi matahari.
Rotasi	: proses perputaran planet pada sumbunya.
Rotor	: bagian yang berputar pada generator.

S

Saraf autonom	: susunan saraf yang bekerja secara otomatis, tanpa diperintah kita.
Saraf simpatik	: saraf tak sadar yang berfungsi meningkatkan kerja organ-organ tubuh.

Selaput meilin	: selubung pada benang akson.
Serebelum	: otak kecil yang berfungsi mengendalikan keseimbangan tubuh.
Serebrum	: otak besar yang berfungsi mengatur semua kegiatan tubuh.
Sinapsis	: hubungan antara ujung akson dari sebuah sel saraf dengan ujung dendrit dari sel saraf lain.
Sipilis	: luka pada penis atau vagina yang membentuk borok.
Spermatogenesis	: proses pembentukan spermatozoa.
Spermatogonium	: sel induk sperma.
Stator	: bagian yang diam pada generator.
Steril	: mandul, tidak dapat menghasilkan keturunan.
Sudut deklinasi	: sudut penyimpangan sumbu magnet terhadap arah utara selatan yang sebenarnya.
Sudut inklinasi	: sudut yang dibentuk oleh sumbu magnet terhadap bidang datar.

T

Tegangan jepit	: beda potensial sumber listrik selama mengalirkan arus listrik.
Transformator	: alat yang dapat mengubah tekanan A.C.
Tuba fallopii	: saluran telur.

U

Umbra	: bayangan inti
Ureter	: saluran yang menghubungkan ginjal dengan kantung kemih.
Uretra	: saluran kemih, membawa urin keluar dari kantong kemih.
Urin	: cairan metabolisme yang berasal dari ginjal dan mengandung urea dan garam-garam dapur.

V

Vegetatif	: perkembangbiakan hewan secara tidak kawin.
-----------	--

W

Wind gap	: dampak pengaruh korosi angin.
----------	---------------------------------

Z

Zigot	: calon individu baru sebagai hasil peleburan sel kelamin jantan dan betina.
Zodiak bintang	: kelompok kecil bintang-bintang.

INDEKS

A

AIDS 26, 27, 29
akson 33, 54
aluvial 268
anisogami 69, 72
aphelium 234, 242
ARN 15, 24, 26, 30
aspergillus 105, 122
astigmatisma 45
astronomi 246, 249, 250
aurora 250, 265

B

basitah 246
bilirubin 9, 13
bioremediasi 111, 123
bioteknologi 102-106, 108, 109, 111-114, 117, 119, 122, 123
buta warna parsial 92, 94
buta warna total 92, 94

C

carrier 92

D

daur batuan 269, 281
daya listrik 172, 173, 175, 176, 181
debil 91
delta 268
dendrit 33, 36, 54
dermis 5, 13
diabetes 10, 11

dihibrida 87, 88
diploid 79, 80
DNA 68, 74
dominan 79-83, 87, 89, 95, 96

E

efektor 33, 37
ekskresi 4, 7, 9, 10, 13, 14
elektromagnet 188, 199, 200, 202, 206, 209, 210
elektroskop 131-133, 142
elemen 114-117, 113, 118, 123, 129-121, 124
energi listrik 144, 157, 172-176, 180, 181
epidermis 5, 13
epifit 61

F

fermentasi 103-110, 120, 121
fertilisasi 19, 20, 23, 29
filia 81, 92, 96
filtrasi 3
fisiologi 58, 61, 63, 74, 75
flagellata 63
fovea centralis 42

G

galaksi 235, 236
gametogenesis 16, 19, 28
ganglion 34, 38, 39
gaya gerak listrik 149
gaya Lorentz 203-205, 209-211

gen 77, 78, 80-92, 96, 97
generatif 67, 69-72, 74
generator 217, 220, 221, 228
genetika 77, 78, 81, 87
gestasi 23
GGL induksi 214, 215, 217, 219, 226,
227
glomerulus 10, 13
gonore 27, 29

H

hambatan jenis 152, 153, 181
haploid 79, 80
hemofilia 92, 96
hepar 8
herbivora 61
heterozigot 81, 91
hidrofit 60, 75
higrofit 61
hipermetrop 44, 54
HIV 26, 29
homolog 79, 81, 82
homozigot 81, 92, 97
hukum Coulomb 133, 134
hukum lenz 218, 219

I

idiot 91
imbisil 91
implantasi 19, 20, 21, 29
impuls 33, 34, 37, 38, 44, 47
indera 32, 34, 38, 39, 41, 43, 46, 48,
50, 51, 54, 55
induksi listrik 129, 130
induktor 225, 226, 228, 229
intermediat 79, 80, 82, 83, 95-97
interruptor 215

iris 42, 43
isogami 69, 72

J

juling 42

K

kabisat 236, 232, 235
kala revolusi 222, 224, 232, 233
kala rotasi 232, 237, 242
katarak 45
konektor 34, 38
konjugasi 69
konvensional 103, 106, 112, 114
koordinasi 32, 36
kornea 42-45
korteks 2
kromatin 78
kromosom 68, 69, 74, 78, 79, 81, 82,
90-92, 94, 96
kuat arus listrik 147, 151-156, 158-
162, 166, 171, 172, 182
kutub magnet 189, 191, 193, 195,
196, 199, 208, 209

L

leguminosae 110
listrik statis 126, 136

M

magnet 184-206, 208-210
medan magnet 190-199, 203-206,
209, 210
medula 2, 3
menstruasi 20, 21, 23
mikro protein 122
mikroba 103, 105, 106, 109, 111

mimikri 63, 65, 75
miop 44, 54
modern 103, 112, 117, 119, 122
monohibrida 82, 85
morfologi 58, 60, 61, 74, 75
muatan listrik 126-138, 140-142

N

neurit 33, 36, 54
neuron 32, 33, 37, 38, 54

O

Odha 29
oogenesis 16, 17, 20, 28
ootid 18, 19
orbit 238, 239
ovarium 16, 17, 28-30
ovulasi 19-21, 29, 30
ovum 16-18, 20, 29

P

parental 81
pelvis 2
penicillium 109
penis 28, 29
penumbra 259, 265
penyerbukan 69
perihelium 234, 242
plasenta 21, 24, 29
polusi 235, 237-239, 242
presbiop 45
prostat 28, 29
PST 106, 122

R

reabsorpsi 3, 4
reproduksi 16, 19, 20, 22, 23, 25, 28, 29
reproduksi 66, 67, 72
resesif 79-83, 85, 87, 91, 92, 96
retina 42, 44, 45
revolusi 232, 234, 235, 237, 242, 243
rotasi 232, 237, 242

S

saccharomyces 105, 106, 109, 112
saraf 31-41, 44, 47
seleksi alam 65, 66, 74
sensorik 37
serebelum 35, 36
serebrum 35, 36
somatik 39, 54
sperma 16, 17, 20, 27-29
spermatogenesis 16, 17
spinal 32, 37, 38, 39
sudut deklinasi 193, 210,
sudut inklinasi 193, 194, 210

T

tali pusat 29
tegangan jepit 149, 150, 161-163, 172
testis 16, 29, 30
tingkah laku 58, 63, 65, 74
transformator 17, 222-224, 228
tuba fallopii 19, 20, 28, 29

U

umbra 259, 265
urin 1, 3, 4, 10-13
uterus 19, 23, 24, 29

V

vagina 20, 27-29
variasi 78, 93, 96
varol 36
vasdeferens 29
vegetatif 67, 68, 70-72, 74, 75
vitreus 42

W

wind gap 272

X

xerofit 60

Y

yoghurt 103, 105, 106, 122

Z

zigot 79-81, 91, 92, 97
zodiak bintang 245, 246

1 parsek 246

DAFTAR PUSTAKA

- Burnie, David. 2001. *Jendela Iptek : Kehidupan*. Jakarta: Balai Pustaka
- Dwijio Seputro, D.1981. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan
- . 1998. *Ensiklopedi Populer Anak jilid 5, Jakarta : PT ICHTIAR BARU VAN HOEVE*
- Barret Jemes, M. 2000. *BIOLOGY*. New Jersey: Prentice-Hall, adivision of Shimon and Schuster, Inc.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah, lampiran 1 Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTS*. Jakarta.
- Ditjen Dikdasmen Depdiknas. 2004. *Lembar Kerja Siswa Kelas IX SMP Semester 2 (Edisi 2)*. Jakarta: Proyek Peningkatan Mutu SLTP.
- Ditjen Dikdasmen Depdiknas. 2004. *Pelajaran Pengetahuan Alam kelas VIII SMP Semester 2 (Edisi 2)*. Jakarta: Proyek Peningkatan Mutu SLTP.
- Foster, Bob. 2004. *Seribu Pena Fisika SMP untuk Kelas VII , VIII dan IX*. Jakarta: Erlangga.
- Gaster, S, V.Woad Robinson, K.Foulds. 2003. *GCSE Sciens Doubel Award. Biology*. London: John Murry Ltd
- Hamparan Dunia Ilmu Time Life; Materi dan Kimia*. Jakarta: Tira Pustaka 1996
- "Krim Pemutih Mengandung Merkuri" dalam Kompas. 14 Mei 2001
- Martoyo, 2003.*Terampil Menguasai dan Menerapkan Konsep Kimia*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
- Gordon Whaley, W. 1994. *Princeples of Biology, Third Edition*. New York: Harper and Row, Publishers, Incorporated. New York: Harper and Row, Publishers, Incorporated.
- Istamar Symsuri. 2007. *IPA BIOLOGI untuk SMP Kelas IX jilid 3*. Jakarta: Erlangga
- Kanginan, Martin. 2000. *Fisika SLTP Kelas 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga.
- Maulana, Mufli. 2001. *Konsep-konsep Fisika*. Klaten: Inan Pariwara.
- Noor, Sukandiana. 2001. *Fisika untuk SLTP Kelas 1*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Pelczar, Michael J. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press
- Perjiyanto, Eka. 2004. *Sains Fisika 1 dan 2 untuk SMP*. Jakarta: Erlangga.
- Rahmini, Sri. 2004. *Sains Fisika 1*. Semarang: Aneka Ilmu.
- Suroso AY, Ana Permanasari, Kardiawarman. 2003. *ENSIKLOPEDI SAINS DAN KEHIDUPAN*. Jakarta: Tarity Samudra Berlian.
- Taranggono, Agus. 2004. *Sains Fisika 1 dan 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Van Hoeve, W. 1996. *Ensiklopedi Indonesia Seri Fauna Serangga*. Ihtiar BaruVan Hoeve.

KUNCI

BAB 1

- A. 1.d 3.b 5.a 7.d 9. a 11.b 13.c 15.a
- B. 1. a. Kulit ginjal (korteks)
b. Sumsum ginjal (medula)
c. Rongga ginjal (pelvis)
3. a. Pelindung tubuh
b. Alat peraba
c. Pengatur suhu tubuh
d. Alat ekskresi
e. Tempat pengubahan pro vitamin A menjadi vitamin A
5. a. Hepatitis: menjaga kesehatan dan kebersihan makanan dan lingkungan, disuntik hormon glukogen
b. Diabetes: menjaga kadar gula dalam makanan dan minuman, disuntik hormon insulin
c. Batu ginjal: minum air putih sebanyak-banyaknya, operasi batu ginjal

BAB 2

- A. 1.c 3.d 5.b 7.d 9.d 11.a 13.a 15.b
- B. 1. a. Testis: penghasil sel sperma (spermatozoid)
b. Ovarium: penghasil ovum (sel telur)
3. Sebagai saluran makanan dari ibu (induk) menuju janin
5. - Terjadi pada wanita
- Keluarnya cairan putih encer dari vagina, berbusa, berbau busuk
- Bibir kemaluan bengkak, merah, gatal, berbusa, kulit di sekitar kemaluan lecet
- Penyebabnya: protozoa *Trikomonas vaginalis*

BAB 3

- A. 1.d 3.b 5.d 7.c 9.c 11.a 13.d 15.b
- B. 1. a. Denrit
b. Neurit (akson)
c. Badan sel

3. Mata, telinga, kulit, lidah, hidung
5. a. Mata miop: rabun jauh
b. Mata hipermetrop: rabun dekat
c. Mata presbiop: rabun dekat maupun jauh (mata tua)
7. a. Neuron sensori (aferen)
b. Neuron motor (eferen)
c. Neuron asosiasi (penghubung)
9. Sistem saraf simpatik dengan sistem saraf parasimpatik

BAB 4

- A. 1.a 3.c 5.b 7.c 9.b 11.c 13.b 15.a
- B. 1. a. Morfologi
b. Fisiologi
c. Tingkah laku
3. Fisiologi: adaptasi melalui fungsi organ tubuh suatu makhluk hidup
- Contoh:
- a. Herbivora mempunyai enzim selulosa
- b. Jumlah sel darah merah orang-orang tinggal di dataran tinggi lebih banyak dibandingkan orang-orang di dataran rendah
- c. Cacing *Toredo navalis* memiliki enzim selulosa
5. a. Generatif (seksual)
b. Vegetatif (Aseksual)
7. Untuk mengimbangi tekanan osmosis yang disebabkan oleh kadar garam di air sekitarnya
9. a. Bakteri
b. Amoeba
c. *Paramecium*

BAB 5

- A. 1.b 3.b 5.a 7.a 9.b 11.c 13.a 15.e
- B. 1. a. Fenotip maupun genotip mempunyai perbandingan yang sama, yaitu:
- fenotip = hitam : abu-abu : putih
1 : 2 : 1

- genotip = HH : Hh : hh : = 1 : 2 : 1
- b. HH = hitam = 25%
- hh = putih = 25%
- c. hitam = 25%

BAB 6

- A. 1.c 3.d 5.d 7.d 9.b 11.d 13.c 15.a
- B. 1. Bioteknologi: ilmu terapan yang mempelajari prinsip ilmiah dengan menggunakan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang bermanfaat
3. - Melanggar hukum alam: misalnya mensisipkan organ hewan dalam tubuh manusia
- Bertentangan dengan agama: misalnya gen babi disisipkan pada tumbuhan tertentu atau hewan tertentu
5. a. Membentuk hibrida antarjenis yang berkerabat jauh
- b. Menghasilkan hibrida yang berbeda dengan induknya
- c. Menghasilkan hibrida yang bergenetis istimewa
- d. Memperoleh organisme Heterozigotik
- e. Mengatasi berbagai penyakit tanaman

BAB 7

- A. 1.a 3.c 5.c 7.a 9.b 11.b 13.d 15.b
- B. 1. F = 90 N
3. F = 40 N
5. Sudah jelas

BAB 8

- A. 1.c 3.b 5.d 7.c 9.d 11.d 13.a 15.a
- B. 1. W = 20 joule
2. R = 127,38 Ω
3. t = 22,2 menit

BAB 9

- A. 1.c 3.b 5.c 7.d 9.b 11.d 13.b 15.d
- B. 1. Karena:
- a. dapat dibuat menjadi berbagai bentuk magnet

- b. sifat kemagnetannya dapat diperkuat
- c. dapat dibuat menjadi magnet permanen atau remanen
3. i = 10 A dengan arah ke utara
5. a. F = 80 N gambar F \otimes
- b. F = 50 N gambar F \odot
- c. F = 80 N Gambar F \otimes

BAB 10

- A. 1.b 3.a 5.c 7.c 9.b 11.b 13.c 15.d
- B. 1. a. Mendekatkan atau menjauhkan magnet dari kumparan
- b. Memutar magnet di dekat kumparan
- c. Memutar kumparan di dekat magnet
2. $V_s = 300$ volt
3. N = 200 lilitan

BAB 11

- A. 1.b 3.c 5.a 7.a 9.b 11.d 13.a 15.a
- B. 1. Dari cahaya matahari dan cahaya bintang di sekitarnya
3. Fotosfer
5. Sudah jelas
7. Karena
- $360^\circ B = 1440$ menit
- $1^\circ B = 4$ menit
9. Sudah jelas

BAB 12

- A. 1.c 3.a 5.b 7.d 9.a 11.c 13.a 15.c
- B. 1. Karena lapisan batan berada di permukaan bumi
3. Batan sedimen klostik
5. Sudah jelas
7. Untuk mengurangi polusi udara (dari CO₂)
9. Karena pembangunan pabrik industri banyak di kota dan industri-alisasi banyak menimbulkan polusi udara dan kepadatan penduduk di kota, kurangnya tenaga kerja di pedesaan



Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 Tanggal 7 November 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

**ISBN 979-979-068-123-1 (no. jil. lengkap)
979-979-068-121-7**

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp 13.290